

特開平9-282600

(43) 公開日 平成9年(1997)10月31日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 8 G 5/06			G 0 8 G 5/06	A
B 6 4 F 1/36			B 6 4 F 1/36	

審査請求 有 請求項の数13 O L (全 46 頁)

(21) 出願番号 特願平8-87984

(22) 出願日 平成8年(1996)4月10日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 長谷川 隆之

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 木村 宏

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

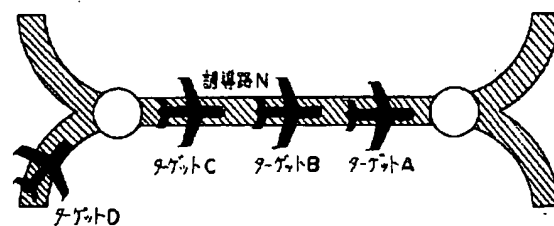
(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

(54) 【発明の名称】 空港面移動体交通監視装置

(57) 【要約】

【課題】 空港面上の移動体の交通監視をより安全に行うことが可能な空港面移動体交通監視装置を提供する。

【解決手段】 各誘導路毎に、その誘導路を同時に共用可能な移動体数がシステムの記憶装置内に記憶されている。そして、在る移動体Dがこれから進入使用とする誘導路を使用している移動体数が、その誘導路の共用可能な移動体数と等しい場合には、新たな移動体Dの進入は制限され、移動体Dは待ち状態となる。例えば、誘導路の共用可能な移動体数が3であり、既に移動体A、B、Cが誘導路内に存在するときは新たな移動体Dは待たされるのである。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 空港の混雑状態検出手段と、
視程条件を検出する視程条件検出手段と、
前記混雑状態と、前記視程条件とに基づき、監視レベルを設定する監視レベル設定手段と、
異常状態を検出した場合、前記設定された監視レベルが所定のしきい値より高い時にのみ警報を出力する警報出力手段と、
を含むことを特徴とする空港面移動体交通監視装置。

【請求項2】 空港における移動体が移動する経路である経路計画の候補を格納する候補記憶手段と、
各移動体に対して、その移動体を利用する経路計画を前記候補記憶手段から読み出し、この読み出した経路計画の内、最適な経路計画を算出する最適経路計画算出手段と、
前記最適経路計画算出手段により算出された最適な経路計画を各移動体に対して割り当てる割り当て手段と、
を含むことを特徴とする空港面移動体交通監視装置。

【請求項3】 前記最適経路計画算出手段は、少なくとも、前記移動体の移動開始地点及び終了地点に基づき、前記最適な移動経路を算出する開始終了地点考慮手段、を含むことを特徴とする請求項2記載の空港面移動体交通監視装置。

【請求項4】 空港における移動体が履行する経路計画の履行状況を監視する空港面移動体交通監視装置において、
前記経路計画を履行する前記移動体の個数を記憶する経路計画状態記憶手段、を含み、
前記最適経路算出手段は、
前記経路計画状態記憶手段に記憶されている前記移動体数を参照し、この移動体数とその経路計画の同時利用可能移動体数より小さい経路計画のみを、前記移動体に割り当てる第1選択割り当て手段、
を含むことを特徴とする空港面移動体交通監視装置。

【請求項5】 空港における移動体が履行する経路計画の履行状況を監視する空港面移動体交通監視装置において、
前記経路計画を履行する前記移動体の個数を記憶する経路計画状態記憶手段、を含み、
前記最適経路算出手段は、
前記経路計画状態記憶手段に記憶されている前記移動体数を参照し、この経路計画に含まれる誘導路を利用する予定の移動体数を誘導路毎に記憶する誘導路混雑状態把握手段と、
前記誘導路混雑状態把握手段に記憶されている前記移動体数を参照し、この移動体数とその誘導路の同時利用可能移動体数より小さい誘導路のみを含む経路計画のみを、前記移動体に割り当てる第2選択割り当て手段と、
を含むことを特徴とする請求項2記載の空港面移動体交通監視装置。

【請求項6】 空港における移動体に割り当てられた経路計画が変更された場合に、変更前の経路計画と、変更後の経路計画とに共通に含まれる共通設備を検索する共通設備検索手段と、
前記変更前の経路計画の前記共通設備までの経路と、前記変更後の経路計画の前記共通設備から終了地点までの経路とを、結合して新たな経路計画を作成する新規経路計画作成手段と、
前記作成された新規経路計画を前記移動体に新たに割り当てる新規経路計画割り当て手段と、
を含むことを特徴とする空港面移動体交通監視装置。

【請求項7】 空港における移動体が、前記移動体毎に割り当てられた経路計画であって、前記移動体が移動すべき設備の順序情報を含む経路計画を、前記対応する移動体が正しく履行しているか否かを監視する装置において、
前記移動体が現在移動している設備と、その移動体が現在実施している経路計画中の設備と、を比較する比較手段と、
前記比較手段の比較の結果、不一致の場合には警告を発行する警告発行手段と、
を含むことを特徴とする空港面移動体交通監視装置。

【請求項8】 空港面の所定の移動体が新たに誘導路に進入しようとする場合に、前記誘導路の共用可能移動体数と、現在前記誘導路を使用している移動体数とを比較する比較手段と、
前記比較手段による比較の結果、前記共用可能移動体数の方が大きい場合にのみ、前記所定の移動体が新たに前記誘導路に進入することを許可する進入許可手段と、
を含むことを特徴とする空港面移動体交通監視装置。

【請求項9】 空港面の所定の移動体が誘導路を移動する場合に、前記誘導路における前記移動体の進行方向側の端部である第1交通ノードの交通ノード属性情報として、進入禁止状態を設定する進入禁止状態設定手段と、
前記誘導路に対し、前記第1交通ノードから他の移動体が進入しようとした場合に、前記第1交通ノードに進入禁止状態が設定されている場合には、前記他の移動体の進入を禁止する進入禁止手段と、
を含むことを特徴とする空港面移動体交通監視装置。

【請求項10】 2個の誘導路が近接しているため、一方の誘導路の第1の交通ノードから移動体が進入し、他方の誘導路の第2の交通ノードから移動体が進入した場合に、衝突が発生する関係にある前記第1及び第2の交通ノードに同一グループを設定するグループ設定手段と、
空港面の所定の移動体が誘導路を移動する場合に、前記誘導路における前記移動体が向かっている方向側の端部である第3交通ノードと同一グループが設定されている他の交通ノードの交通ノード属性情報として、進入禁止状態を設定する進入禁止状態設定手段と、

前記誘導路に対し、前記他の交通ノードから他の移動体が進入しようとした場合に、前記交通ノードに進入禁止の属性が設定されている場合には、前記他の移動体の進入を禁止する進入禁止手段と、を含むことを特徴とする空港面移動体交通監視装置。

【請求項 11】 移動体の位置を検出する移動体位置検出手段と、

滑走路を含む一定の領域であって、滑走路に対し進入する移動体の監視を開始する領域である滑走路監視レベルエリアに、移動体が進入した場合であって、他の移動体がこの滑走路監視レベルエリアに存在しない場合には、その滑走路を前記滑走路レベルエリアに進入した前記移動体に占有させる占有状態設定手段と、

滑走路を含む一定の領域であって、滑走路に対し進入する移動体に対し警報を発行する基準領域である警報レベルエリアに、前記移動体が進入した場合であって、他の移動体が既に前記滑走路を占有している場合には、警報を発行する警報発行手段と、

を含むことを特徴とする空港面移動体交通監視装置。

【請求項 12】 移動体の位置を検出する移動体位置検出手段と、

交差点を含む一定の領域であって、滑走路に対し進入する移動体の監視を開始する領域である交通監視レンジに、移動体が進入した場合であって、他の移動体がこの交差点に存在しない場合にのみ、前記交差点を前記交通監視レンジレベルに進入した移動体に占有させる占有状態設定手段と、

交差点の領域を意味する一定の領域であって、交差点に対し進入する移動体に対し警報を発行する基準領域である範囲レンジに、前記移動体が進入した場合であって、他の移動体が既に前記交差点を占有している場合には、警報を発行する警報発行手段と、

を含むことを特徴とする空港面移動体交通監視装置。

【請求項 13】 空港面のデジタルマップを表示するデジタルマップ表示手段と、

各誘導路の混雑状態を検出する混雑状態検出手段と、前記各誘導路の中心線の太さを、前記混雑状態検出手段によって検出された前記各誘導路の混雑状況に比例して変化させて表示する中心線表示手段と、を含むことを特徴とする空港面移動体交通監視装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、空港における移動体の交通監視に関する。特に、管制官の交通監視を補助し、管制官のワークロードを減少しうる空港面移動体交通監視システムに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、空港の移動体の交通監視には、種々の装置が用いられているが、最終的な航空機に対する指示は管制官による音声によって行われている場合がほ

とんどである。そのため、離発着量が増大してくると、管制官による航空機等の円滑な誘導が困難になる場合が生じる。

【0003】このような問題に対処するため、管制官の交通監視を補助する種々の装置が提案されている。

【0004】例えば、特開昭53-131698号公報には、交差点におけるインターロック機能により、交差点における衝突を防止する装置が開示されている。又、移動体検出器の検出信号に基づいて、最適経路を選定し、この選定に基づく指令を自動的にボイス合成器にによって発信しうる管制システムが開示されている。

【0005】又、特開平2-208800号公報には、誘導路の交差点間の区間の入り口と出口にセンサを設け、その区間内の航空機数を計数することが可能な装置が開示されている。航空機数が計数できるため、円滑な地上交通制御を行うことが可能であるとされている。

【0006】又、特開平3-144800号公報には、エプロンから誘導路へ、誘導路からエプロンへとスルーした航行援助を行うことができ、管制官の負担を軽減させることが可能な装置が開示されている。

【0007】又、特開平4-495000号公報には、着陸時の離脱誘導路及び走行ルートを最適に自動決定でき、管制官の負担軽減及び空港の安全性の向上、運用効率の向上を図ることを可能とする装置が開示されている。

【0008】又、特開平4-302400号公報には、交差点における移動体の管制を行い、衝突を防止しうる装置が開示されている。

【0009】又、特開平6-336712号公報には、空港のタクシーウェイにおける衝突防止システムが開示されている。

【0010】特に、衝突を防止するという点に関しては、以下の従来技術が知られている。

【0011】例えば、特開平4-170000号公報には、空港滑走路に出る手前の誘導路上にあるストップバー灯等の点灯を行い、管制官の負担を軽減しつつ、航空機の衝突の発生を確実に防止しうる装置について開示されている。

【0012】又、特開平4-245400号公報には、空港の誘導路から滑走路への進入口付近に接地され、滑走路への進入禁止・許可を航空機の機長へ表示する信号灯等を含む装置が開示されている。この装置によれば、管制官の業務負担の減少が図れると記載されている。

【0013】又、特開平5-469500号公報には、滑走路に他の航空機がいることを、着陸しようとする航空機のパイロットに灯火により知らせることが可能な装置が開示されている。

【0014】又、特開平5-131997号公報には、自動的に誘導灯の点灯・消灯制御を行うことにより、管制官の誤判断を防止しうる装置が開示されている。

【0015】又、特開平5-159200号公報には、先行航空機が誘導路中に存在する場合には後続航空機を誘導路に進入させることのないフェールセーフ性の高い航空誘導表示装置が開示されている。

【0016】又、特開平5-155100号公報には、空港内及びその周辺の航空機の所在位置を、種々の機器を用いて表示管制することにより、管制官の負担を軽減しうる装置が開示されている。

【0017】又、特開平5-197900号公報には、飛行場における案内標識板であって、光表示素子が埋め込まれて、信頼性が向上した案内標識板が開示されている。

【0018】又、特開平7-37200号公報には、誘導路に存在する障害物の識別確度を向上した装置が開示されている。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】このように種々の装置が空港面における交通監視のために提案されている。

【0020】しかしながら、異常状態が発生した場合に、その異常のレベル、危険度のレベルに応じて警報を発行するか否かを決定しうる交通監視装置は従来は存在しなかった。

【0021】又、空港内において各移動体の経路計画は管制官により割り当てられていたが、これを自動的に割り当てる装置は未だ存在していない。

【0022】又、空港において各移動体に割り当てられた経路計画に変更が生じた場合、現在履行している経路計画から変更後の経路計画に円滑に移行することは困難であった。

【0023】又、空港において各移動体が割り当てられた経路計画をそれに従って履行しているか否かを監視する装置は未だ実現されていなかった。

【0024】さらに、誘導路を利用している移動体の個数を考慮して交通監視を行うことは従来は困難であった。

【0025】又、空港の誘導路は全て一方通行であるため、誘導路の一端からある移動体が進入した場合は、他端からの他の移動体の進入を禁止しなければならない。しかし、このような禁止を効率的に行える監視装置は未だ実現されていない。

【0026】又、近接している誘導路においては、ある誘導路を移動体が使用している場合に、その近接する誘導路を他の移動体が使用すると2個の移動体はその側面において衝突する可能性がある。このようないわゆる横方向の衝突防止を効果的に行うことは従来困難である。

【0027】又、滑走路や交差点等への進入を排他的に行うことにより衝突を防止することが知られているが、占有状態と警報の発行とを1つの領域を基準にしているため、円滑な交通監視をすることができなかった。

【0028】又、空港面の誘導路の混雑状況を効率的に

把握することも困難であった。

【0029】本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、その目的は、空港面における交通に異常が発生した場合に発生する警報の発行を、監視レベルに応じて抑止可能な装置を提供することである。

【0030】又、本発明の他の目的は、移動体毎に経路情報を自動的に割り付けることが可能な装置を提供することである。

【0031】本発明の他の目的は、経路計画がどのように履行されているか否かを監視しうる装置を提供することである。

【0032】本発明の他の目的は、経路計画が天候の変化などにより途中で変更された場合、例えば滑走路の変更などの場合にも円滑な経路計画の変更が可能な装置を提供することである。

【0033】

【課題を解決するための手段】第1の本発明は、上記課題を解決するために、空港の混雑状態検出手段と、視程条件を検出する視程条件検出手段と、前記混雑状態と、前記視程条件とに基づき、監視レベルを設定する監視レベル設定手段と、異常状態を検出した場合、前記設定された監視レベルが所定のしきい値より高い時にのみ警報を発行する警報発行手段と、を含むことを特徴とする空港面移動体交通監視装置である。

【0034】警報発行手段は、所定のしきい値より監視レベルが高いときにのみ警報を出力するため、所定のしきい値を上昇させることにより、警報を発行しにくくすることが可能である。

【0035】尚、混雑状態は、例えば、誘導路中のその時点の空港面上に存在する飛行機数又は、当空港に離発着する予定の飛行計画の推移で判断する等の手法が好適である。又、上記所定のしきい値は、時間帯によって変化させることも好適である。例えば、夜間はしきい値を下げ、監視レベルの僅かな上昇でも警報を発行するようにし、一方、昼間は警報を発行しにくくすることも好適である。

【0036】又、視程に関しては、操作者が視程を計測し、本発明の装置に入力した後、視程条件検出手段によって一定の視程条件に変換するのが好適であるが、視程そのものを検出する手段を設け、自動的に視程条件を算出する構成としても良い。

【0037】第2の本発明は、上記課題を解決するために、空港における移動体が移動する経路である経路計画の候補を格納する候補記憶手段と、各移動体に対して、その移動体を利用しうる経路計画を前記候補記憶手段から読み出し、この読み出した経路計画の内、最適な経路計画を算出する最適経路計画算出手段と、前記最適経路計画算出手段により算出された最適な経路計画を各移動体に対して割り当てる割り当て手段と、を含むことを特徴とする空港面移動体交通監視装置である。

【0038】割り当て手段が自動的に経路計画を割り当てる。この割り当てられた経路計画は、航空機のパイロットに自動で伝達するのも好適であり、又、割り当てられた経路計画を管制官が読み上げるにより音声でパイロットに伝達することも好適である。

【0039】又、前記最適経路計画算出手段は、少なくとも、前記移動体の移動開始地点及び終了地点に基づき、前記最適な移動経路を算出する開始終了地点考慮手段、を含むことを特徴とするのも好適である。

【0040】このような構成により、開始地点と終了地点とに基づき、自動的に候補となる経路計画を迅速に検索可能である。

【0041】又、第2の本発明では、経路計画が自動的に割り当てられる構成を示したが、空港における移動体が移動する経路である経路計画の候補を格納する候補記憶手段と、移動体に対して、その移動体を利用する経路計画を前記候補記憶手段から読み出し、この読み出した経路計画を表示する表示手段と、を含むことを特徴とする空港面移動体交通監視装置とすることも好適である。

【0042】単に1個以上の候補を表示するだけでも、管制官に係る候補から所望の経路計画を選ぶことにより、管制官の大幅な負担の軽減を図ることが可能である。

【0043】尚、この表示は、例えばリスト表示とすることが好適であり、又、この表示手段は、前記読み出した経路計画を最適である順序、例えば、所用時間が短い順序などの優先順序に基づき表示を行うことも可能である。このような表示をすることにより、管制官は最適な経路計画を容易に選択することが可能である。

【0044】又、この表示には、その経路計画を現在利用している（その経路計画が現在割り当てられている）移動体の個数も併せて表示するのも管制官に対する好適な判断材料の提示となる。

【0045】第3の本発明は、上記課題を解決するために、前記最適経路計画算出手段は、少なくとも、前記移動体の移動開始地点及び終了地点に基づき、前記最適な移動経路を算出する開始終了地点考慮手段、を含むことを特徴とする第2の本発明の空港面移動体交通監視装置である。

【0046】第3の本発明によれば、このような構成により、開始地点と終了地点とに基づき、自動的に候補となる経路計画を迅速に検索可能である。

【0047】第4の本発明は、上記課題を解決するために、空港における移動体が履行する経路計画の履行状況を監視する空港面移動体交通監視装置において、前記経路計画を履行する前記移動体の個数を記憶する経路計画状態記憶手段、を含み、前記最適経路算出手段は、前記経路計画状態記憶手段に記憶されている前記移動体数を参照し、この移動体数とその経路計画の同時利用可能移

動体数より小さい経路計画のみを、前記移動体に割り当てる第1選択割り当て手段、を含むことを特徴とする空港面移動体交通監視装置である。

【0048】このように、第4の本発明によれば、第1選択割り当て手段はその経路計画を同時に使用できる移動体数に鑑みて経路情報の割り当てを行ったので、誤って、特定の経路計画のみが混雑してしまうことがない。

【0049】第5の本発明は、上記課題を解決するために、空港における移動体が履行する経路計画の履行状況を監視する空港面移動体交通監視装置において、前記経路計画を履行する前記移動体の個数を記憶する経路計画状態記憶手段、を含み、前記最適経路算出手段は、前記経路計画状態記憶手段に記憶されている前記移動体数を参照し、この経路計画に含まれる誘導路を利用する予定の移動体数を誘導路毎に記憶する誘導路混雑状態把握手段と、前記誘導路混雑状態把握手段に記憶されている前記移動体数を参照し、この移動体数とその誘導路の同時利用可能移動体数より小さい誘導路のみを含む経路計画のみを、前記移動体に割り当てる第2選択割り当て手段と、を含むことを特徴とする請求項2記載の空港面移動体交通監視装置である。

【0050】このように、第2選択割り当て手段はその経路計画に含まれる誘導路が、その誘導路を同時に使用できる移動体数以上の移動体に既に使用されている場合には、その経路計画は割り当ての候補からはずしている。そのため、特定の誘導路のみが混雑してしまうという状況を防止することが可能である。

【0051】尚、経路計画の選択手段（選択割り当て手段）として、航空機の型式又は、後方乱気流区分に基づき、選択を行う手段を採用することも好適である。

【0052】ここで、航空機の型式は、飛行計画（フライトプラン）で示される。経路計画候補に使用可能な航空機のクラス情報が、例えば後述する図21の経路計画情報テーブルに保持されるように構成するのが好ましい。

【0053】航空機の型式に関する説明図が図57に示されている。この図に示されるように、出発機の場合に、小型機は、離陸に要する滑走路長は短くてすむが、大型機は長い。このため、滑走路への進入地点が異なり、経路も変化する。

【0054】さらに経路計画の選択手段は、経路計画上の走行経路の交差のチェックも行うのが好ましい。

【0055】第6の本発明は、上記課題を解決するために、空港における移動体に割り当てられた経路計画が変更された場合に、変更前の経路計画と、変更後の経路計画とに共通に含まれる共通設備を検索する共通設備検索手段と、前記変更前の経路計画の前記共通設備までの経路と、前記変更後の経路計画の前記共通設備から終了地点までの経路とを、結合して新たな経路計画を作成する新規経路計画作成手段と、前記作成された新規経路計画

を前記移動体に新たに割り当てる新規経路計画割り当て手段と、を含むことを特徴とする空港面移動体交通監視装置である。

【0056】このように、第6の本発明によれば新規経路計画作成手段が、変更前の経路計画と、変更後の経路計画とを合成し、新規経路計画を作成するので、経路計画の変更を円滑に行うことが可能である。

【0057】第7の本発明は、上記課題を解決するために、空港における移動体が、前記移動体毎に割り当てられた経路計画であって、前記移動体が移動すべき設備の順序情報を含む経路計画を、前記対応する移動体が正しく履行しているか否かを監視する装置において、前記移動体が現在移動している設備と、その移動体が現在実施している経路計画中の設備と、を比較する比較手段と、前記比較手段の比較の結果、不一致の場合には警告を発行する警告発行手段と、を含むことを特徴とする空港面移動体交通監視装置である。

【0058】第7の本発明においては、比較手段によって、経路計画と実際に移動している設備の内容とが比較される。その結果、異常状態を迅速に検出可能である。

【0059】第8の本発明は、上記課題を解決するために、空港面の所定の移動体が新たに誘導路に進入しようとする場合に、前記誘導路の共用可能移動体数と、現在前記誘導路を使用している移動体数とを比較する比較手段と、前記比較手段による比較の結果、前記共用可能移動体数の方が大きい場合にのみ、前記所定の移動体が新たに前記誘導路に進入することを許可する進入許可手段と、を含むことを特徴とする空港面移動体交通監視装置である。

【0060】第8の本発明の進入許可手段は、誘導路の共用可能移動体数以上の個数の移動体の誘導路への進入を許可しないため、誘導路の混雑を未然に防止することが可能である。

【0061】又、空港面の誘導路毎にその誘導路を使用している使用中移動体数と、その誘導路を使用する最大の移動体数と、を記憶する記憶手段と、所定の誘導路に移動体が新たに進入した場合に、前記所定の誘導路を使用している前記使用中移動体数を1インクリメントするインクリメント手段と、前記所定の誘導路から移動体が離脱した場合に、前記所定の誘導路を使用している前記使用中移動体数を1デクリメントするデクリメント手段と、を含むことを特徴とする第8の本発明の空港面移動体交通監視装置とすることも好適である。

【0062】このように、誘導路毎に、その誘導路への移動体の進入及び誘導路からの離脱に際して、使用している移動体数の管理を行っているため、誘導路の混雑をより正確に防止可能である。

【0063】上記第8の本発明においては、航空機等の移動体の大きさを考慮していないが、実際にはその航空機のエンジンの後風（バックブラスト）等を考慮するの

が望ましい。例えば、大型の旅客機の後ろに小型のビジネスジェット機等が近接して位置すると、大型の旅客機の風の影響を大きく受けてしまい、安全な移動が困難になる場合も生じるのである。係る場合は単なる移動体の個数の合計ではなく、一定の重み付けを行った重みづけ合計値を用いるのが望ましい。

【0064】第9の本発明は、上記課題を解決するために、空港面の所定の移動体が誘導路を移動する場合に、前記誘導路における前記移動体の進行方向側の端部である第1交通ノードの交通ノード属性情報として、進入禁止状態を設定する進入禁止状態設定手段と、前記誘導路に対し、前記第1交通ノードから他の移動体が進入しようとした場合に、前記第1交通ノードに進入禁止状態が設定されている場合には、前記他の移動体の進入を禁止する進入禁止手段と、を含むことを特徴とする空港面移動体交通監視装置である。

【0065】空港面の誘導路は何れかの方向に常に一方通行であるため、誘導路に移動体が存在する場合には、その移動体の移動方向と逆の進行方向の移動体はその誘導路に進入することはできない。

【0066】第10の本発明は、上記課題を解決するために、2個の誘導路が近接しているため、一方の誘導路の第1の交通ノードから移動体が進入し、他方の誘導路の第2の交通ノードから移動体が進入した場合に、衝突が発生する関係にある前記第1及び第2の交通ノードに同一グループを設定するグループ設定手段と、空港面の所定の移動体が誘導路を移動する場合に、前記誘導路における前記移動体が向かっている方向側の端部である第3交通ノードと同一グループが設定されている他の交通ノードの交通ノード属性情報として、進入禁止状態を設定する進入禁止状態設定手段と、前記誘導路に対し、前記他の交通ノードから他の移動体が進入しようとした場合に、前記交通ノードに進入禁止の属性が設定されている場合には、前記他の移動体の進入を禁止する進入禁止手段と、を含むことを特徴とする空港面移動体交通監視装置である。

【0067】このように、進入方向によっては衝突が生じてしまう任意の誘導路に対してグループを設定することにより、近接している誘導路上で移動体が近接しているため衝突が生じてしまうことを防止することができ

る。

【0068】尚、グループ化は上記関係にある全ての2個の誘導路に対して行われるが、3個の交通ノードに対して纏めて1個のグループ化を行っても良い。

【0069】第11の本発明は、上記課題を解決するために、移動体の位置を検出する移動体位置検出手段と、滑走路を含む一定の領域であって、滑走路に対し進入する移動体の監視を開始する領域である滑走路監視レベルエリアに、移動体が進入した場合であって、他の移動体がこの滑走路監視レベルエリアに存在しない場合には、

その滑走路を前記滑走路レベルエリアに進入した前記移動体に対し占有させる占有状態設定手段と、滑走路を含む一定の領域であって、滑走路に対し進入する移動体に対し警報を発行する基準領域である警報レベルエリアに、前記移動体が進入した場合であって、他の移動体が既に前記滑走路を占有している場合には、警報を発行する警報発行手段と、を含むことを特徴とする空港面移動体交通監視装置である。

【0070】本発明においては、滑走路をいわゆる排他使用するための「占有」状態の判断のための基準となるエリアと、警報を発行するためのいわゆる禁止エリアとしてのエリアと、2個に分けて監視を行っている。そのため、進入の禁止と警報の発行等を効率よく行うことが可能である。

【0071】第12の本発明は、上記課題を解決するために、移動体の位置を検出する移動体位置検出手段と、交差点を含む一定の領域であって、滑走路に対し進入する移動体の監視を開始する領域である交通監視レンジに、移動体が進入した場合であって、他の移動体がこの交差点に存在しない場合にのみ、前記交差点を前記交通監視レンジレベルに進入した移動体に占有させる占有状態設定手段と、交差点の領域を意味する一定の領域であって、交差点に対し進入する移動体に対し警報を発行する基準領域である範囲レンジに、前記移動体が進入した場合であって、他の移動体が既に前記交差点を占有している場合には、警報を発行する警報発行手段と、を含むことを特徴とする空港面移動体交通監視装置である。

【0072】本発明は、滑走路の排他使用と同様の原理を交差点に対して行ったものであり、その作用は上記第11の本発明とほぼ同様である。

【0073】第13の本発明は、上記課題を解決するために、空港面のデジタルマップを表示するデジタルマップ表示手段と、各誘導路の混雑状態を検出する混雑状態検出手段と、前記各誘導路の中心線の太さを、前記混雑状態検出手段によって検出された前記各誘導路の混雑状況に比例して変化させて表示する中心線表示手段と、を含むことを特徴とする空港面移動体交通監視装置である。

【0074】本発明によれば、各誘導路の中心線がその混雑度に比例した太さで表示されるため、操作者が各誘導路の混雑状況を視覚的に把握可能である。

【0075】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施の形態を図面に基いて説明する。

【0076】A. 本実施の形態の基本構成

図1には、本実施の形態に係る空港面移動体交通監視システムの主要な構成を表す構成ブロック図が示されている。

【0077】図1に示されているように、本システムは航空機や車両などの移動体の位置を検出するための各種

センサ100を有している。この各種センサ100は、空港面及び空港周辺に存在する各種移動体を検出するためのセンサであって、例えばASDE (Airport Surface Detection Equipment)、ASR/SSR、GPS、モードS等が使用される。さらに、局所的にEOカメラ、地中埋め込みセンサ等も活用可能である。

【0078】空港面の構造は複雑であり、このため一種類のセンサですべての移動体を検出することは困難であることが多いと考えられる。このため、複数のセンサを使用して移動体の監視を行うことが好ましい。しかしながら、このように複数のセンサを使用して移動体の監視を行った場合には、1個の移動体の複数のセンサにより検出されてしまうなどの問題が発生する。そのため、本実施の形態に係る空港面移動体交通監視システムにおいてはセンサ統合部102を設け、このセンサ統合部102において複数のセンサ100からの入力を統合し、個々の移動体の抽出を行っている。

【0079】センサ統合部102において抽出された個々の移動体はその座標データが追尾処理部104に供給される。追尾処理部104においては、レーダのような一定周期で対象物のデータを検出するスキャンセンサを使用して移動体を監視する場合に、前回のスキャンで検出した移動体と今回のスキャンで検出した移動体とが同一の移動体であるか否かについて判定が行われる。このような判定をすることによって、移動体の移動を監視することが可能である。

【0080】追尾処理部104において、移動していく移動体のそれぞれについて移動状態が関連処理部106に報告される。この関連処理部106においては追尾している移動体は何であるかを判定する。一般的に、移動体が航空機である場合には、移動体に対応して飛行計画（フライトプラン）が作成される。フライトプランはその移動体を識別するためのコールサイン情報などを保持しているため、追尾している移動体がどのフライトプランに対応するかを照合することが可能である。そして、この照合の結果、対応するフライトプランと移動体とを関係づけることにより、関連の処理が行われる。照合の方法としては、一般的にはビーコンコードによる照合が好適である。このビーコンコードは、航空機が空港に着陸する際、あらかじめSSRにより航空機のトランスポンダからビーコンコードを取得することが行われている。なお、空港面上では、航空機以外の移動体や、フライトプランの無い航空機移動体（例えばスポットから格納庫へ移動するなど飛行を伴わない移動）が存在し得る。

【0081】設備情報管理部108は、空港設備情報のデータ管理を行う。この空港設備は空港面上にどのような設備が存在するかを表す情報であり、例えば滑走路や誘導路、各種のスポット及び格納庫等が管理されてい

る。

【0082】交通監視部110は、移動体情報112、移動計画情報（フライトプラン）114、空港設備情報116、経路計画情報118の各種情報に基づき、空港面上に存在する移動体の交通監視を行う。

【0083】ここで、移動体情報112は、各移動体が空港面上に位置する位置と、その移動体の名称などからなる情報である。また移動計画情報114は、いわゆるフライトプランを意味する。さらに、空港設備情報116は、設備情報管理部108によって管理される空港設備の情報である。また、経路計画情報118は空港面上における移動体の移動経路の候補の情報である。すなわち、この情報は各移動体に割り当てられる経路計画の候補が多数含まれている情報である。

【0084】経路計画処理部120は、経路計画情報のデータ管理を行う。上述したように、経路計画情報118は、航空機に割り当てられる経路計画の候補の情報であり、経路計画はあらかじめ経路パターンが作成され、格納されているものである。経路計画処理部120はこの候補となる経路のパターンを処理する部分である。

【0085】設備情報I/F部122は、設備情報の参照、また設備情報の変更のためのユーザインタフェース機能を提供する。この設備情報I/F部122によって構成されるユーザインタフェース機能を用いて、操作者は空港の設備に変更が生じた場合に、その変更を空港設備情報116に反映させることが可能である。

【0086】デジタルマップI/F部124は、空港設備情報116に基づいて、デジタルマップを画面に描画すると共に、マウス等のポインティングデバイス等によるデジタルマップ状の設備の選択を可能としている。このデジタルマップは空港面上のいわば地図を表し、航空機等の移動体の位置を表す際のベースとなる地図を表示装置に表示するものである。また、ポインティングデバイス等により設備の選択を可能とすることにより、空港における設備に変更が生じた場合などの場合に、その設備の属性情報などを変更することが可能となる。

【0087】デジタルターゲットI/F部126は、移動体情報112に基づいてデジタルターゲットを描画すると共に、ポインティングデバイス等によりデジタルターゲットの選択を可能とする。ここでデジタルターゲットとは、移動体の情報をデジタル情報としたものであり、上述したデジタルマップと共に画面に表示されることにより、移動体が空港面上のどの位置に位置するのかを操作者（管制官等）に明確に示すことが可能である。また、その移動体の詳細な情報を知る場合などにおいて、ポインティングデバイス等によってそのデジタルターゲットを選択することにより、詳細な情報などを得ることが可能である。

【0088】管制表示統合部128は、デジタルマップとデジタルターゲットを重畳して表示部に表示する。こ

れによって、上述したように空港面の地図と移動体とを重畳して表示することにより移動体の位置が視覚的に明確に把握されるものである。この管制表示統合部128は、画面の中心位置や、画面の拡大／縮小等の表示属性をデジタルマップとデジタルターゲットの間において統合する働きを有する。

【0089】交通警報I/F部130は、交通警報表示を行う。例えば、追尾している移動体が割り当てられた経路計画を外れて移動している場合などの異常状態が検出された場合に、この交通警報I/F部130が警報を表示画面に表示する。

【0090】経路計画I/F部132は、経路計画候補属性情報や、経路計画状態情報などについて帳票形式の表示を行う。

【0091】移動計画I/F部134は、移動計画属性情報に関し、同様に帳票形式の表示を表示部に行う。

【0092】本システムにおけるデータ

空港設備情報の構成と、各データとの関連を表す説明図が図2に示されている。なお、空港設備情報は設備情報、エリア情報、設備／エリア形状情報、交通ノード情報、交通ノードグループ情報、ゾーン情報、メッシュ情報により構成されている。

【0093】本実施の形態において、設備とは、ターゲットが移動するために使用する空港面上の個々の設備をいう。設備情報は、個々の設備に関する属性を示し、具体的には設備種別情報テーブル200、設備属性情報テーブル202、交差点情報テーブル204、誘導路情報テーブル206によって示されるものである。設備種別情報テーブル200は、設備種別ごとの情報であり、設備属性情報テーブル202には、個々の設備の属性情報を表す。一方、交差点情報テーブル204及び誘導路情報テーブル206は、交差点や誘導路の設備対応にそれぞれその設備種別に固有の情報を保持している。

【0094】なお、設備には建造物、誘導路、滑走路、スポット、交差点の種類が本システムにおいては取り扱われている。

【0095】（1）エリア情報

エリアとは、空港面及び空港周辺のある位置範囲を有する一定の閉じた図形（閉図形）と、係る図形の範囲内で有効である上下限高度を用いて表される一定の範囲をいう。この閉空間の内側におけるターゲットの振る舞いや、表示形態などに対する規約を定義することを各エリアごとに可能としている。本システムにおいてはエリアには複数の種類があり、さらに1種類のエリアは複数の閉空間により構成されることを可能としている。また、閉空間同士は種類を問わず位置的な重なりが許可されており、このエリアを表す閉図形は例えば多角形またはある点を中心とした2レンジ2アジマスで表現される扇形によって定義することが可能である。ここで、ある点を中心とした円は2レンジ2アジマスの扇形の特殊な形と

して表すことが可能である。

【0096】(2) エリア／設備形状情報

エリア／設備形状情報とは、エリア／設備の形状に関する情報であり、図2に示すように、エリア／設備形状情報テーブル208により表現される。エリア／設備の形状は、1個以上の図形により表現され、1個のエリアや設備の形状を、複数の図形の組み合わせで構成することを本システムにおいては許容している。

【0097】(3) デジタルターゲット表示制御情報

デジタルターゲット表示制御情報210は、設備やエリア内に存在するターゲットのデジタルターゲット表示を制御する情報である。これは、管制官に誤解を招くような表示を補正すると共に、必要な情報のみをフィルタリングすることにより、管制官のオーバーロードを抑えることを目的とする。

【0098】(4) 交通ノード情報

交通ノードは、交差点において当該交差点に接続する各誘導路に対応して自動的に生成される。交通ノードとは、一つの誘導路の両端をいう。換言すれば、誘導路は二つの交差点を結ぶ線分であり、ある交差点は複数の誘導路の端点の集合である。誘導路から見たこの端点が交通ノードと呼ばれるのである。例えば、三本の誘導路が合流する交差点は三個の交通ノードの集合となる。交差点と誘導路との関係を表す図が例えば図3に示されている。また、誘導路と交差点、及び交通ノードの関係を説明する説明図が図4に示されている。

【0099】交通ノードに関する情報は、交通ノード状態情報テーブル212、及び交通ノード所属交通ノードグループ属性情報214等により構成されている。交通ノード状態情報テーブル212は、個々の交通ノードに関する現在の状態を表し、各交差点の設備識別子と、誘導路の設備識別子の複合キーにより参照が行われる。さらに、交通ノード状態情報テーブル212は、当該交通ノードが所属する交通ノードグループ数、及び当該交通ノードをユニークに識別するための交通ノード識別子の情報を保持している。一方、交通ノード所属交通ノードグループ情報テーブルは、交通ノードが所属する交通ノードグループに対応してそれぞれインスタンスを保持しており、交通ノード識別子をキー情報として参照が行われる。交通ノード所属交通ノードグループ情報テーブルは、ある交通ノードが所属するすべての交通ノードグループが識別子、及び交通ノードグループ状態設定マスク値を保持する。

【0100】(5) 交通ノードグループ情報

交通ノードグループ情報は、隣接して存在する誘導路について、航空機の横方向離隔距離を確保するために、2個以上の交通ノードをグループ化したものである。このように、2個以上の交通ノードをグループ化することにより、そのグループに交通ノードが含まれる誘導路に対し一定の進入制限を行うことを実現することができる。

【0101】(6) ゾーンデータ

本実施の形態に係る空港面移動体交通監視システムにおいては、空港面のデジタルマップを一定のゾーンに分けて管理している。これは、空港面及びその周辺を比較的大きなグリッドに区切り、個々のグリッドに含まれる設備、エリアの識別子を保持するのである。このようなデータを、本実施の形態においてはゾーンデータと呼んでいる。1個のグリッドに含まれる設備、エリアは、複数個保持可能であり、さらに複数のグリッドにまたがる設備エリアは、それぞれのグリッド情報に登録されている。個々のグリッドは、ゾーングリッド識別番号により識別され、ゾーングリッド識別番号は、座標演算により導出される。このゾーンデータは、空港面のデジタルマップ描画の際、その描画すべき設備を抽出するために用いられる。

【0102】(7) メッシュデータ

メッシュデータ216は、空港面及びその周辺の座標毎にインスタンスを保持している。具体的には、本実施の形態において用いられている各種センサ100の解像度単位でその座標がどのような場所であるのかを識別するためのデータである。すなわち、個々の座標毎に当該座標の存在する設備識別子及びエリアIN/OUT情報を保持するデータである。このメッシュデータ216は監視対象であるターゲットの現在位置における設備、エリアIN/OUT情報を知るために用いられている。

【0103】(8) 移動体情報

また、移動体情報が空港面及び空港周辺に現在存在する個々の移動体に関する属性情報として本実施の形態において用いられている。

【0104】(9) 移動計画情報

また、本実施の形態において、移動計画情報とは具体的なフライトプランを意味するが、一方において、空港面上では航空機以外の移動体やフライトプランのない航空機移動体（例えばスポットから格納庫へ移動するなど飛行を伴わない移動）が存在する。そのため、これらのフライトプランのない航空機移動体に関する情報も含むのが移動計画情報である。

【0105】(10) 経路計画情報

経路計画情報は、経路計画の候補に関する情報であることは既に説明した。個の経路計画情報は、経路計画の候補の例えば属性情報、現在状態情報、及び誘導路毎の混雑状況に関する情報など、が本実施の形態においては保持されている。

【0106】(11) 以下、具体的な空港設備情報のテーブルやデータの内容について図面に基づいて説明する。

【0107】図5には、設備種別情報テーブル200の具体的な項目を表す説明図が示されている。この設備種別情報テーブルは、設備種別毎の主にデジタルマップ表示に関する各種の属性情報を保持し、1個の設備種別が

1個のインスタンスに対応する。この図に示されているように、設備種別情報テーブル200には、エリア／設備種別、最小表示倍率、最大表示倍率、デジタルマップ表示色、デジタルマップぬりつぶし区分、表示デジタルマップ区分を項目として有している。ここで、この表において、アスタリスクが付されているエリア／設備種別がこのテーブルを検索する際のキー項目として設定されている。

【0108】図6には、設備属性情報テーブル200の具体的な内容を表す説明図が示されている。設備属性情報テーブル200は、個々の設備ごとの属性情報を示し、1個の設備が1個のインスタンスに対応し、存在するすべての設備に関する情報を保持するものである。この図に示されているように、設備属性情報テーブル200には、エリア／設備種別、設備識別子、設備名称、交通監視を行う最低交通密度レベル、交通監視を行う最低視程条件レベル、共用可能ターゲット数、現在状態、現在使用中ターゲット数、経路計画自動割当実施最大交通密度レベル、経路計画自動割当実施最大視程条件レベル、デジタルターゲット表示制御情報識別子、等の各項目を有するテーブルである。この内、アスタリスクが付されているエリア／設備種別、設備識別子、の2つの項目がこのテーブルを検索する際のキー項目に設定されている。

【0109】図7には、交差点情報テーブル204の具体的な内容を表す説明図が示されている。交差点情報テーブル204は、設備種別が交差点である設備について、設備属性情報テーブル202に加えて以下の付加情報を保持する表である。この図に示されているように、交差点情報テーブル204は、設備識別子、交差点位置情報、交差点範囲レンジ、交差点交通監視レンジ、占有中移動体識別子、の各項目を有している。この内、アスタリスクが付されている設備識別子がこのテーブルを検索する際のキー項目として設定されている。

【0110】図8には、誘導路情報テーブル206の具体的な内容についての表が示されている。誘導路情報テーブル206は、設備種別が誘導路である設備について、設備属性情報テーブル202に加えて、以下の付加情報を保持するものである。すなわち、この図に示されているように、設備識別子、交通ノード(1)識別子、交通ノード(2)識別子、の各項目を有するテーブルである。この内、設備識別子がこのテーブルを検索する際のキー項目に設定されている。

【0111】図9には、エリア種別情報テーブル219の具体的な内容を表す説明図が示されている。この図に示されているように、エリア種別情報テーブル219は、エリア種別に関する情報を保持しており、具体的にはエリア／設備種別、エリア判定キー、デジタルターゲット表示制御情報識別子、の各項目を有するテーブルである。そして、アスタリスクが付されているエリア／設

備種別の項目は、このテーブルを検索する際のキー項目として設定されている。

【0112】図10には、エリア／設備形状情報テーブル208の具体的な内容を表す説明図が示されている。このエリア／設備形状情報テーブル208は、以下に示すように各エリア／設備の形状を1個以上の図形により表現し、1個のエリアや設備の形状を複数の図形の組み合わせによって構成することを可能としている。この図に示されているように、エリア／設備形状情報テーブルは、エリア／設備種別、設備識別子、図形識別子、図形形状区分、図形座標情報、有効高度上限値、有効高度下限値、有効ヘディング、有効ヘディング誤差、の各項目を有するテーブルである。この内、アスタリスクが付されているエリア／設備種別、設備識別子、図形識別子の3個の項目は、このテーブルを検索する際のキー項目として設定されている。

【0113】図11には、デジタルターゲット表示制御情報テーブル210の具体的な内容の説明図が示されている。デジタルターゲット表示制御情報テーブル210は、設備やエリア内に存在するターゲットのデジタルターゲット表示を制御する情報が格納されている。この情報は、管制官に誤解を招くような表示を補正すると共に、必要となる情報のみをフィルタリングすることにより管制のオーバーロードを押さえることを目的とする。この図に示されているように、デジタルターゲット表示制御情報テーブル210は、デジタルターゲット表示制御情報識別子、有効レンジスケール上限値、有効レンジスケール下限値、リーダ方向、進入機タグ表示形式、出発機タグ表示形式、通過機タグ表示形式、地上移動体タグ表示形式、進入機サブレス情報、出発機サブレス情報、通過機サブレス情報、地上移動体サブレス情報、予測位置採用要否、ヘディング補正採用要否、予測位置採用最低速度条件、予測位置採用ヘディング条件基準値、予測位置採用ヘディング条件誤差範囲、の各項目を有するテーブルである。そして、アスタリスクが付されているデジタルターゲット表示制御情報識別子がこのテーブルを検索する際のキー項目として設定されている。このテーブルは、図6設備属性テーブル、図9エリア種別情報テーブルより指され当該設備を使用中、あるいは当該エリア内に存在する航空機に関するデジタルターゲットの表示形態を規定し、後述する空港面管制表示の見易さを向上することを目的とする。

【0114】図12には、交通ノード状態情報テーブル212の具体的な内容を表す説明図が示されている。交通ノード状態情報テーブル212は、図12に示されているように対応誘導路の設備識別子、対応交差点の設備識別子、交通ノード識別子、現在状態、所属交通ノードグループ数、の各項目を有するテーブルである。そして、アスタリスクが付されている対応誘導路の設備識別子、対応交差点の設備識別子の2つの項目がこのテーブ

ルを検索するためのキー項目として設定されている。

【0115】図13には、交通ノード所属交通ノードグループ情報テーブルの具体的な内容を表す説明図が示されている。交通ノード所属交通ノードグループ情報テーブルは、ある交通ノードが所属する交通ノードグループに関する属性情報を示すものであり、この図に示されているように、交通ノード識別子、所属交通ノードグループ識別子、交通ノードグループ状態設定マスク値、の各項目を有するテーブルである。そして、交通ノード識別子と、所属交通ノードグループ識別子とが、アスタリスクが付されているように、このテーブルを検索する際のキー項目に設定されている。

【0116】図14には、交通ノードグループ属性情報テーブル218の具体的な内容についての説明図が示されている。交通ノードグループ属性情報テーブル218は、交通ノードグループの属性を示す情報であり、1個の交通ノードグループが1個のインスタンスに対応する。この図に示されているように、交通ノードグループ属性情報テーブル218は、交通ノードグループ識別子、交通ノードグループ状態、の各項目を有している。そして、交通ノードグループ識別子が、アスタリスクが付されているように、このテーブルを検索する際のキー項目として設定されている。

【0117】図15には、メッシュデータ216の具体的な内容を表す説明図が示されている。メッシュデータ216は、空港面、及びその周辺の座標ごとにインスタンスを保持し、個々の座標ごとに当該座標に存在する設備識別子、及びエリアIN/OUT情報を保持するものである。この図に示されているように、メッシュデータ216は、位置座標、設備識別子、エリアIN/OUT状態を項目として含んでいる。そして、アスタリスクが付されている位置座標が、このテーブルをアクセスする際のキー項目として設定されている。

【0118】次に、移動体情報の各テーブルの具体的な内容について説明する。

【0119】図16には、移動体属性情報テーブルの具体的な内容についての説明図が示されている。この移動体属性情報テーブルは、移動体の現在の属性情報を示し、現在存在する移動体に対応してインスタンスを保持するものである。この図に示されているように、移動体属性情報テーブルは、移動体識別子、現在位置座標、現在速度、現在高度、ヘディング予測位置座標、応答ピーコンコード、移動計画識別子、割当経路計画数、経路計画識別子、現在履行中経路計画移動順序番号、現在仕様中設備、エリアIN/OUT状態、交通監視警報状態、交通監視ホールド指示状態、交通監視ホールド指示開始時刻、の各項目を有するテーブルである。これらの項目のうち、移動体識別子がこのテーブルを検索する際のキー項目に設定されている。

【0120】図17には、航跡情報テーブルの具体的な

内容についての説明図が示されている。航跡情報テーブルは、移動体の過去一定時間分の位置とヘディングに関する情報を示すものであり、移動体毎に複数のインスタンスを保持している。この情報は、移動体の位置情報を受けるごとに追加され、さらに一定周期で監視され、不要なインスタンスをガベージコレクションの対象としている。

【0121】航跡情報テーブルは、図17に示されているように、移動体識別子、過去時刻、位置座標、ヘディング、の各項目を有するテーブルである。この内、アスタリスクが付されている移動体識別子、及び過去時刻の2つの項目が、このテーブルを検索する際のキー項目として設定されている。

【0122】図18には、経路計画割当状態情報テーブルの具体的な内容についての説明図が示されている。経路計画割当状態情報テーブルは、移動体に対して割り当てられている経路計画を示すテーブルである。1個の移動体には本システムにおいては複数の経路計画を割り当てることが可能であり、経路計画を割り当てられている移動体毎に複数のインスタンスを保持可能である。図18に示されているように、この経路計画割当状態情報テーブルは、移動体識別子、経路計画履行順序番号、経路計画識別子、の各項目を有するテーブルである。また、アスタリスクの付されている移動体識別子、及び経路計画履行順序番号の2つの項目が、このテーブルを検索する際のキー項目として設定されている。

【0123】次に、移動計画情報の具体的な内容について説明する。

【0124】図19には、移動計画情報テーブルの具体的な内容についての説明図が示されている。移動計画情報テーブルは、移動計画の属性情報を示し、移動計画に対応してインスタンスを保持する。図19に示されているように、移動計画情報テーブルは、移動計画識別子、フライトプラン情報、スポット情報、空港面移動開始時刻、空港面移動終了時刻、空港面移動開始地点、空港面移動終了地点、の各項目からなるテーブルである。この内、アスタリスクが付されている移動計画識別子がこのテーブルを検索する際のキー項目として設定されている。

【0125】次に、空港運用情報についてその内容を説明する。

【0126】図20には、空港運用情報テーブルの具体的な内容についての説明図が示されている。空港運用情報テーブルは、交通監視に関する現在の空港運用の状態に関する情報が保持されている。この図20に示されているように、空港運用情報テーブルは、交通密度レベル、視程条件、現在移動体数、交通密度レベル2移動体数、交通密度レベル3移動体数、現在選択中経路計画グループ、の各項目を有するテーブルである。

【0127】次に、経路計画情報118の内容について

説明する。

【0128】図21には、経路計画情報テーブルの具体的な内容についての説明図が示されている。経路計画情報テーブルは、経路計画候補の属性を示し、経路計画候補ごとにインスタンスを保持する。図21に示されているように、経路計画情報テーブルは、経路計画識別子、経路計画名称、移動監視地点、移動終了地点、選択優先順位、同時利用可能移動体数、使用可能航空機クラス上下限值、標準走行所用時間、経路計画グループ識別子、自動割当選択／禁止、自動割当可能移動形態の各項目を有するテーブルである。そして、経路計画識別子がこのテーブルを検索する際のキー項目として設定されている。

【0129】図22には、経路計画使用設備情報テーブルの具体的な内容についての説明図が示されている。経路計画使用設備情報テーブルは、経路計画候補ごとに経路計画候補中で使用されている誘導路設備の情報を示すものである。この図22に示されているように、経路計画使用設備情報テーブルは、経路計画識別子、移動順序番号、仕様設備識別子、進入交通ノードの各項目を有するテーブルである。そして、経路計画識別子、移動順序番号、の2つの項目は、このテーブルを検索する際のキー項目として設定されている。

【0130】図23には、経路計画状態テーブルの具体的な内容を表す説明図が示されている。経路計画状態テーブルは、経路計画候補毎に、経路計画候補の移動体への現在の割当状態の情報を保持するものである。図23に示されているように、経路計画状態テーブルは、経路計画識別子、現在使用中移動体数、実績走行所要時間、使用可否状態、使用可否最終チェック時刻の各項目を有するテーブルである。そして、経路計画識別子がこのテーブルを検索する際のキー項目として設定されている。

【0131】図24には設備混雑状態情報テーブルの具体的な内容についての説明図が示されている。設備混雑状態情報テーブルは、経路計画が使用する設備について設備毎の使用状況に関する情報を保持するものである。図24に示されているように、設備混雑状態情報テーブルは、設備識別子、通過予定移動体数、進入交通ノード、の各項目を有するテーブルである。そして、アスタリクスが付されている設備識別子が、このテーブルを検索する際のキー項目として設定されている。

【0132】表示画面の内容

本実施の形態に係る空港面移動体交通監視システムにおいては、空港面を含むデジタルマップを表示し、このデジタルマップ上に移動体の位置及びその移動体の属性などを表示することが可能である。さらに、移動体の交通監視を行うのに役立つ以下の表示を行っている。

【0133】(1) 設備情報表示

本システムにおいてはデジタルマップ上に現れる各種設備の設備情報表示を行っている。この設備情報表示は、

空港面上の個々の設備及びエリアに関する属性情報の表示、及びこの属性情報を追加、変更、削除などの操作を操作者に提供する。

【0134】(2) 空港面地図表示

また、上述したように本システムにおいては空港面地図の表示を行う。この空港面地図は単に表示するだけでなく設備に変更が生じた場合や、新たな設備が設けられた場合などにおいて、空港面地図の作成編集するための機能を提供するものである。

【0135】(3) 空港面管制表示

さらに、本システムにおいては空港面管制表示を操作者に対して行う。この空港面管制表示は、空港における管制官が空港面上の交通管制を行うための表示画面であり、デジタルマップとデジタルターゲットを重畳した表示である。

【0136】(4) 交通警報表示

さらに、本システムにおいては移動体が移動計画に基づき移動していない場合などを管制官に知らせるべく交通警報表示を行っている。この交通警報表示は、現在発行されている交通警報を表示するものである。

【0137】(5) 経路計画情報表示

また、本システムは上述した経路計画や移動計画を表示することも可能である。この経路計画を表示する経路計画表示は、その経路計画の属性情報や経路計画の状態情報を表示するものである。

【0138】(6) 移動計画情報表示

また移動計画の情報を表示する移動計画情報表示は、移動計画の属性情報や移動計画の状態情報を表示するものである。

【0139】(7) この様に、本システムにおいては、空港面の地図であるデジタルマップを中心として種々の表示を行うことが可能である。

【0140】例えば、図25には、空港に航空機が着陸している状態を表す画面の説明図が示されている。図25に示されているように、空港のタクシーウェイ上をB747型機が移動している様子が図25に示されている。なお、図25において、16L、16Rや、34Lなどは滑走路の番号を表す。また、22も滑走路の番号を表す。

【0141】図26には、図25の状態から航空機B747がスポットに到着した状態を表している。このとき、滑走路34Rからは新たな航空機が着陸している様子が画面に表示されている。

【0142】図27は、表示倍率を小さくし、この空港を含むより広い範囲を画面に表示した場合の説明図が示されている。このように、表示倍率を小さくした場合には、これからこの空港に到着しようとする航空機でありB747や、DC10などを画面に表示することができる。また、この空港から出発した航空機A300や、B747などが画面に表示されている。なお、図27にお

いてはこの空港からの距離を表すため円が示されている。

【0143】図28には、デジタルマップを中心とする本システムの表示画面が回転されて表示しているところを表す説明図である。この様に、本システムの表示画面においては、その表示対象を任意の角度に回転して表示することが可能である。さらに、本実施の形態において特徴的なことは管制官が向いている方向が常に画面の上方向となるようにこの画面の回転が制御されていることである。このように、常に管制官が向いている方向が画面の上方向となるように画面を回転させることにより、常に実際の空港と画面との対応を正確にとることが可能となる。

【0144】例えば、管制官が今自分が向かっている方向の角度をキーボードなどにより本システムに入力することにより、本システムにおいてその入力された角度が上方向となるように画像を回転させることが可能である。なお、画像を回転させることは、従来からそのアルゴリズムは良く知られていることである。

【0145】本実施の形態に係る空港面移動体交通監視システムにおいては、空港面を表すデジタルマップの上に、各移動体や、その移動体の名称などを表示可能であることは上記図25から図28において説明してきた。本システムにおいては、このように移動体の名称だけでなく各設備の名称、例えば誘導路や各スポット滑走路の名称などを適宜表示させることが可能である。図29には、このように各誘導路や滑走路の名称をデジタルマップに重ねて表示した場合の例が示されている。このように、各設備の名称を表示させることにより、管制官は、現在航空機などの移動体がどの位置にいるのかを正確に把握することが可能である本システムにおいては、同様に航空機が停止するスポットの番号も表示することが可能である。すべてのスポットの番号を表示した例が図30に示されている。

【0146】また、本システムにおいては表示する部分の座標を変えることも可能である。図31には、画面に表示される中心をずらした場合の表示の例が示されている。これによって、空港の周囲の様子をも併せて知ることが可能である。

【0147】図32も、本システムに係る画像表示の例である。ここでは、6個の航空機が移動体として表示されており、これらの航空機の型式や、便名なども併せて表示されている。

【0148】図33には、本システムの画面の表示の例が示されている。ここに示されているように、本システムにおいては画面の一部を拡大表示することも可能である。例えば、図33においては、JAL555のB767型機が離陸する様子を拡大した図が画面の一部に表示されている。この様に、画面の一部を拡大表示することにより、より正確な情報を得ることが可能である。

【0149】B. 経路計画の自動割り当て

上述したように、経路計画は空港内部における移動体の移動経路を表すものであるが、この経路計画は原則として管制官の指示により割り当てが行われる。しかしながら、全てのターゲットに対して個々に管制官が経路計画を割り当てる操作は、管制官にとってオーバーロードとなることが想定される。例えば、空港がそれほど混雑しておらず、視程条件が良好である場合には、ある程度自動で割り当てることが可能であると考えられる。また、移動開始地点の設備毎に自動割り当て可能な設備と不可能な設備もあることが予想される。さらに、経路計画の候補毎に自動割り当て可能な計画と困難な計画もあることが考えられる。

【0150】そこで、本実施の形態に係るシステムにおいては、経路計画の自動割り当てを行い得るように構成すると共に、この機能の有効／無効モードを保持し、管制官の操作によりこの両者のモードをダイナミックに切り替えることを可能とするように構成している。

【0151】本システムに係る経路計画の自動割り当てに先立って、空港運用情報テーブルの更新が逐次行われている。この動作をフローチャートを用いて説明する。

【0152】この動作は本システムにおいて特徴的な動作である監視・警報の抑止を行うためのものであり、具体的な動作が図34、図35などに示されている。

【0153】監視・警報の抑止

管制官の無駄なワークロードを減らすためには、誤警報を極力減らす必要がある。

【0154】誤警報は、管制官に対する無駄な負荷を増大させるだけでなく、管制官やパイロットに誤った認識を与え、移動の非効率化、事故につながる危険な状態を引き起こす可能性がある。管制官、及びパイロットは各々に認められている行為を自己の責任で遂行することを許容されるべきである。天候等の悪化により、空港の運用条件が悪化するのに伴い、管制官、及びパイロットの自己裁量に委ねられる行為は制限され、逆に空港の運用条件が改善するのに伴い、管制官、及びパイロットに対する自己裁量の制限は解除される。

【0155】交通監視に関しても、これに従い、空港の運用条件が良好である場合の空港面移動は、管制官、及びパイロットの自己裁量に委ねられ、空港の運用条件が悪化するのに伴い、交通監視を強化する。

【0156】さらに、設備によって、交通監視レベルの調整を必要とする場合がある。例えば視程が悪化してもタワー直下に見える誘導路においては、交通監視が不要であるかもしれない。又、この逆に視程条件が良くても、密接した誘導路でパイロットが航空機の間隔を十分にとりにくいような場所では空港における交通監視レベルによらず常時交通監視を行う必要がある。

【0157】このため、空港における交通監視レベルとは別に、共用資源毎に交通監視レベルを設定することを

可能とするのが望ましい。

【0158】交通監視は、空港情報テーブルに保持する現在の視程条件レベル、及び交通密度レベルと、設備属性情報テーブルに保持する交通監視を行う最低視程条件レベル、最低交通密度レベルとの比較により、当該設備上にあるターゲットを監視の対象とするか否かを決定する。

【0159】空港の交通密度レベル、視程条件レベルの設定

空港全体の交通密度レベル、及び視程条件レベルは、空港運用情報テーブルに保持する。視程条件レベルは、本システムにオンラインで気象条件を取り込むことにより、自動設定も可能であるが、管制官によって設定変更することによって変更を行う。

【0160】交通密度については、現在の航空面上に存在する移動体数を計数することにより、把握することができる。

【0161】図34には移動体数を更新するフローチャートが示されている。

【0162】まず、ステップS34-1において移動体情報の受信処理が行われる。これは、新たに空港に到着した航空機などに関し、その航空機のビーコンコードなどからその移動体の属性を受信する処理である。

【0163】ステップS34-2においてはその移動体が新規移動体であるか否かが検査される。もし新規移動体である場合には次のステップS34-4に処理が移行し移動体の削除であるか否かが検査される。その結果、移動体の削除である場合にはステップS34-5において空港運用情報テーブルから現在の移動体数が1デクリメントされる。

【0164】一方、上記ステップS34-2において新規移動体ではないと判断される場合には、ステップS34-3において空港運用情報テーブルの現在移動体数をインクリメントする。

【0165】このようにして、現在空港において監視対象となっている移動体の個数が常に把握される。

【0166】図35には、交通密度を監視する際の動作を表すフローチャートが示されている。

【0167】まずステップS35-1においては空港運用情報テーブルにおいて現在の移動体数が交通密度レベル2の移動体数より多いか否かが計算される。この結果現在の移動体数の方が多い場合にはステップS35-3に移行し、現在の移動体数の方が小さい場合にはステップS35-2に処理が移行する。

【0168】ステップS35-2においては空港運用情報テーブル内の交通密度レベルとしてレベル1が設定される。

【0169】一方、ステップS35-3においては空港運用情報テーブル内の現在の移動体数が交通密度レベル3の移動体数より多いか否かが計算される。この結果、

現在の移動体数が交通密度レベル3より多い場合にはステップS35-5に処理が移行し、空港運用情報テーブル内の交通密度レベルがレベル3に設定される。

【0170】一方、ステップS35-3において現在の移動体数が交通密度レベル3の移動体数より小さい場合にはステップS35-4において交通密度レベルがレベル2に設定されるのである。

【0171】このようにして、現在の交通密度レベルを常に把握することにより、本システムによる自動割当を行うことが可能か、または管制官による手動による割当が好適であるかの判断の基準とすることができる。

【0172】また、本実施の形態に係るシステムにおいては交通密度レベルなどの条件に基づき、交通監視を行うか否かが自動的に切り替えることも可能である。このような場合の切替の動作が図36のフローチャートに示されている。

【0173】まず、ステップS36-1において、メッシュサーチが行われる。このメッシュサーチは、移動体のXY座標をキーにしてメッシュデータをサーチし、当該移動体が使用中の設備が何であるかを判定する処理である。

【0174】次に、ステップS36-2において、設備属性情報テーブル202のサーチが行われる。このサーチによって、移動体が使用中の設備属性情報を得ることができる。

【0175】ステップS36-3においては、設備属性情報テーブル202の交通監視実施最低交通密度レベルが、空港運用情報テーブル内の交通密度レベルより小さいか否かが検査される。係る検査の結果、小さい場合にはステップS36-4に処理が移行し、一方、交通監視実施最低交通密度レベルの方が大きい場合にはステップS36-5に移行し、このステップS36-5において交通監視を行う旨が決定される。

【0176】一方、ステップS36-4において設備属性情報テーブル内の交通監視実施最低視程条件レベルが空港運用情報テーブル内の視程条件レベルより小さいか否かが検査される。係る検査の結果、交通監視実施最低視程条件レベルの方が小さい場合には、ステップS36-6に処理が移行し交通監視を行わない旨が決定される。一方、交通監視実施最低視程条件レベルが大きい場合には上記ステップS36-5において交通監視を行う旨が決定される。

【0177】以上のような動作により、本実施の形態に係るシステムにおいては空港内部を移動する移動体数及び空港内の交通密度レベルを自動的に判断していると共に、これらの情報に基づいて交通監視を行うか行わないかがこれも自動的に判断することが可能である。

【0178】経路計画割当の実際

実際に経路計画を割り当てる場合には、まず自動割当機能が有効である場合において、移動開始地点の設備毎の

属性として保持する経路計画自動割当可否情報に基づいて自動割当可否判定を行い、自動割当が可能である場合には、移動開始地点、移動終了地点の両地点に基づき経路計画を検索する。

【0179】次に、経路計画候補の採用可否判定が行われる。上記検索により得られた経路計画候補の採用可否を判定する。検索により得られた経路計画の候補は、複数個存在する可能性がある。このように経路計画の候補として複数個あった場合には、選択の優先順位に従って採用可否の判定を行う。この採用可否の条件は例えば以下に示すような条件が考えられる。

【0180】まず1つ目の条件は経路計画自体の自動割当選択／禁止区分が選択状態であることが条件とされる。

【0181】また、2つ目の条件としては、抽出した経路計画候補について経路計画状態テーブルの現在使用中のターゲット数と、経路計画情報テーブルの同時利用可能ターゲット数とを比較し、現在使用中のターゲット数が同時利用可能ターゲット数より少ないことが条件とされる。

【0182】3つ目の条件としては、経路計画の自動割当移動形態と、割当対象である移動体の移動形態が一致することである。特に航空機クラスによる条件を考慮した割当を行うことが好適である。航空機のクラスは例えば図21に示されている。

【0183】さらに、この経路計画の候補が使用するそれぞれの誘導路が以下の条件を満足することも必要とされる。

【0184】まず進入交通ノードと設備混雑状態テーブルの当該誘導路の進入交通ノードが一致していなければならない。また、当該誘導路が進入禁止状態にないことも条件とされる。例えば、図37に示されているように経路Aが既にいずれかのターゲットに割り当てられているような場合には、経路Bを別のターゲットに割り当てることはできない。従ってこの場合、経路Aと経路Bとが交わる部分の交通ノード進入禁止状態に設定し、係る経路Bが別のターゲットに割り当てられないように設定されるのである。

【0185】図38には、このような経路計画の自動割当の具体的な動作を表すフローチャートが示されている。

【0186】まず、ステップS38-1において経路計画の自動割当が現在有効であるか否かが検査される。この結果、有効でない場合には、ステップS38-4において経路計画の自動設定は中止される。一方、経路計画の自動割当が有効である場合にはステップS38-2に処理が移行する。

【0187】ステップS38-2においては、設備属性情報テーブル202内の経路計画自動割当最低交通密度レベルが、空港運用情報テーブル内の交通密度レベルよ

り小さいか否かが検査される。この検査の結果、経路計画自動割当最低交通密度レベルの方が大きい場合には、経路計画の自動設定はできないものと判断し、ステップS38-4において経路計画の自動割当が中止される。一方、経路計画自動割当最低交通密度レベルが、空港運用情報テーブルの交通密度レベルよりも小さい場合には、ステップS38-3に処理が移行する。

【0188】ステップS38-3においては、設備属性情報テーブル202内の経路計画自動割当最低視程条件レベルが、空港運用情報テーブル内の視程条件レベルより小さいか否かが検査される。この検査の結果、経路計画自動割当最低視程条件レベルの方が大きい場合には経路計画自動設定は不可能であると判断し、ステップS38において経路計画自動設定が中止される。一方、空港運用情報テーブルの視程条件レベルの方が経路計画自動割当最低視程条件レベルよりも大きい場合には、ステップS38-5に処理が移行する。

【0189】ステップS38-5においては、経路計画の抽出が行われる。すなわち、移動体の移動開始地点と移動終了地点とに基づいて、経路計画情報テーブルから経路計画候補を検索する。この経路計画情報テーブルには、上述した経路計画情報118が格納されている。

【0190】次に、ステップS38-6において、上記ステップS38-5において抽出した全ての経路計画候補について選択優先度順に以下のステップS38-7及びステップS38-8、ステップS38-9、ステップS38-10の処理が行われる。なお、これらのステップS38-7～ステップS38-10までの処理を行った結果抽出した経路計画候補のいずれもが設定不可である場合には、上述したステップS38-4に処理が移行し経路計画自動設定は中止される。

【0191】さらに、ステップS38-7においては経路計画情報の自動割当選択／禁止情報が、「選択」に設定されているか否かが検査される。この検査の結果、「選択」が設定されていない場合には、上記ステップS38-6に処理が移行し、選択優先度順に次の経路計画候補についてステップS38-7からステップS38-10までの処理が行われる。

【0192】一方、ステップS38-7において、自動割当選択／禁止情報に「選択」が設定されている場合には、次のステップS38-8に処理が移行する。このステップS38-8においては、その経路計画情報の同時利用可能移動体数が経路計画情報の現在使用中移動体数より大きいかが検査される。この検査の結果、同時利用可能移動体数の方が小さい場合には、その経路計画情報を設定することは不可能であると判断し、上記ステップS38-6に処理が移行し、選択優先度順に次の経路計画情報についてステップS38-7～ステップS38-10までの処理が行われる。一方、ステップS38-8において同時利用可能移動体数の方が現在使用中移

動体数より大きい場合には、次のステップS 3 8 - 9 に処理が移行する。

【0193】ステップS 3 8 - 9 においては、経路計画情報の使用可能移動形態が、その移動体の移動形態と等しいか否かが検査される。この検査の結果、等しくない場合には、その経路計画候補は、現在設定の対象である移動体には設定不可能であると判断し、上記ステップS 3 8 - 6 に処理が移行し、次の経路計画候補について処理が行われる。一方、ステップS 3 8 - 9 において使用可能移動形態が移動体の移動形態と等しい場合には、以下のステップS 3 8 - 1 0 に処理が移行する。

【0194】ステップS 3 8 - 1 0 においては、全ての経路計画に含まれる誘導路について以下のステップS 3 8 - 1 1、ステップS 3 8 - 1 2、ステップS 3 8 - 1 3、ステップS 3 8 - 1 4 の処理が行われる。

【0195】まず、ステップS 3 8 - 1 1 においては、この経路計画に含まれる誘導路が設備混雑状態テーブルに登録済みか否かが検査される。この検査の結果、未だ登録されていない場合には、設備混雑状態テーブルに、この誘導路を追加し、通過予定移動体数を1に設定する。また、進入交通ノードに対し所定の設定が行われる。

【0196】一方、上記ステップS 3 8 - 1 1 において使用誘導路が設備混雑状態テーブルに登録済みである場合には、ステップS 3 8 - 1 3 に処理が移行する。このステップS 3 8 - 1 3 においては、設備混雑状態の進入交通ノードが誘導路の進入交通ノードであるか否かが検査される。この検査の結果、両者が不一致である場合には、その経路計画の候補の割当はできないものと判断し、上記ステップS 3 8 - 6 に処理が戻る。一方、両者が一致する場合には、割当が可能であると判断し、ステップS 3 8 - 1 4 に処理が移行する。

【0197】ステップS 3 8 - 1 4 においては、現在検査対象である誘導路が進入禁止状態か否かが検査される。この検査の結果、進入禁止状態ではない場合にはこの誘導路を利用することは可能であると判断し、上記ステップS 3 8 - 1 0 に処理が移行し、その経路計画に含まれる誘導路の次の誘導路について処理が行われる。一方、当該誘導路が進入禁止状態である場合にはその誘導路を含む経路計画を設定することは不可能であると判断し、上記ステップS 3 8 - 6 に再び処理が移行する。

【0198】以上のようにして、ステップS 3 8 - 1 0 において現在設定の候補として考えられている経路計画の全ての誘導路が利用可能である場合に、また設備混雑状態テーブルに所望の登録が行われた後、ステップS 3 8 - 1 5 に処理が移行し経路計画の自動決定が行われる。

【0199】経路計画状態監視

以上のようにして経路計画が割り当てられるわけであるが、本実施の形態におけるシステムにおいては経路計画

の状態について以下のような監視を行っている。この監視の結果、現在の経路計画の状態を経路計画状態テーブルに設定するのである。

【0200】まず、本システムにおいては実績走行所要時間のカウンタが行われている。経路計画を選択する場合には、その経路計画を移動体が移動する所要時間が選択の際の大きなファクターとなる。経路計画情報テーブルには、その経路計画を移動体が移動する場合の標準走行所要時間が保持されている。この所要時間は、混雑状態によって変化してくる可能性がある。また、当該経路計画が割り当てられているターゲットが経路計画を完遂した時点で、ターゲット移動計画情報テーブルに保持するターゲットの経路移動開始時刻と、現在時刻との差分が実績走行所要時間として経路計画情報テーブルに設定される。この実績走行所要時間は、例えば管制官が手動にて経路計画を割り当てる場合には、目安とすることが可能である。このため、本システムにおいては管制官が手動で経路計画を割り当てるために、経路計画の候補を画面に表示した際に、合わせてこの実績走行所要時間を表示している。これによって、管制官がどの経路計画を移動体に割り当てるかについて、有効な情報を提供することが可能である。

【0201】本実施の形態に係る空港面移動体交通監視システムにおいては、その経路計画を使用しているターゲットの個数を管理している。経路計画情報テーブルの同時使用可能ターゲット数を越えるターゲットへの割当を禁止するために、現在その経路計画を使用しているターゲット数が計数されているのである。所定の経路計画があるターゲットに割り当てられた時点において、この現在使用中ターゲット数はカウンタアップされ、ターゲットがこの経路計画を完遂した時点でカウンタダウンが行われる。また、本システムにおいては、経路計画の使用可否をターゲットに割り当てる毎に、毎回チェックを行うことも考えられる。しかしながら、このようなチェックを毎回行うことは応答性能上好ましくはない。そのため、本システムにおいては、当該経路計画をターゲットに割り当てる直前に、使用可否最終チェック時刻と、設備状態最終変更時刻とを比較し、使用可否最終チェック時刻の方が古い場合には、この経路計画が使用する全ての設備について現在使用可能か否かをチェックし、使用が不可能な設備が（誘導路など）1個でも存在する場合には、当該経路計画の割当が不可能とし、さらに当該経路計画の使用可否状態を使用不可に設定するのである。そして、使用可否最終チェック時刻を現在時刻に更新するのである。

【0202】経路計画利用設備監視

また、本システムにおいては、ターゲットに割り当てられた経路計画が使用する設備について、以下の監視を行って、現在の状態を設備混雑状態テーブルに設定している。これは、上記図38のフローチャートにおいても説

明している。

【0203】まず、割当時の通過予定ターゲット数の設定が行われている。すなわち、上述したように、経路計画があるターゲットに割り当てられた時点において、当該経路計画が使用する全ての誘導路について、設備混雑状態テーブルの検索が行われ、該当する全てのインスタンスの通過予定ターゲット数が全て1インクリメントされるのである。また、設備混雑状態テーブルを検索し、該当する設備に対応するインスタンスが存在しない場合には、新たなインスタンスとして、設備混雑状態テーブルに登録が行われる。ここでインスタンスとは、係るテーブル中において該当する1つのエントリーを言う。

【0204】また、本システムにおいては通過予定ターゲット数の変更が自動的に行われる。これは、経路計画が割り当てられたターゲットが、新たな誘導路に進入する毎に、それまでに使用されていた誘導路の通過予定ターゲット数を1デクリメントするのである。また、移動途中において、経路計画が変更された場合には、それまでに割り当てられていた経路計画に含まれていた未使用設備（誘導路など）に設定されている通過予定ターゲット数を1デクリメントする。このような動作をすることによって、通過予定ターゲット数を常に正確な値に保持することが可能である。

【0205】また、経路計画がターゲットに割り当てられた時点において、この経路計画が使用する全ての誘導路について設備混雑状態テーブルを検索し、該当する全てのインスタンスの進入交通ノードを設定する。進入交通ノードは、ある誘導路について、当該誘導路の直前に使用される誘導路と、この誘導路についてそれぞれ交通ノード属性情報テーブルを検索し（これによって、各誘導路毎に2個のインスタンス、すなわち両端の交通ノードが抽出される）、一致する交差点を進入交通ノードとする。

【0206】既に当該インスタンスに進入交通ノードが設定されている場合には、今回評価した進入交通ノードと比較し、不一致の場合にはその旨の警報を管制官などに発行する。

【0207】経路計画手動割当の変更・追加

本システムにおいては、1個のターゲットについて複数の経路計画を割り当てることが可能である。例えば、天候の急変により、移動中の出発機ターゲットの使用滑走路の変更が余儀なくされた場合には、現在履行中の経路計画の途中から、別の経路計画に変更する必要がある。このように、新たな経路計画を設定した場合には、その経路計画の開始設備、または使用設備にターゲットが到達した時点において自動的にその設備から新たな経路計画に切り替えられるのである。

【0208】さらに、1個の経路計画では表現できない経路で移動体が移動する場合には、複数の経路計画をいわゆるチェーンすることを可能とする。この場合も、新

たな経路計画を設定した場合には、その経路計画の開始設備、または使用設備にターゲットが到着した時点で自動的に新たな経路計画に切り替えられる。

【0209】あるターゲットに現在履行中の経路計画以外に、履行前の経路計画が割り当てられている場合は、ターゲットが以前に使用していた設備から新たな設備に移動した場合に、履行前の経路計画の使用設備を開始から終了方向に探索し、いずれかと一致する場合に、この当該設備において新たな経路計画に移管を行い、新たな経路計画における当該設備からの経路計画に沿って履行を監視するのである。

【0210】例えば、このような経路計画の移管の様子が図39に示されている。この図39に示されているように、まずあるターゲットについて当初経路計画Aが割り当てられていたものとする。この経路計画Aは、設備A1、A2、A3、A4を使用するものである。これらの各設備が誘導路であったり例えばエプロンであったりする。そして、ターゲットがこの経路計画Aに従い設備A1、A2と移動していった場合に、天候の急変などにより急遽経路計画Bを履行する必要があるが生じる。すると、本システムにおいては、この経路計画Aと経路計画Bとの共通設備を検索し、その共通設備から経路計画Bに計画が移管するのである。図39に示されている例においては、例えば経路計画Aと経路計画Bとの共通設備はA3であり、ターゲットが経路計画Aの履行を行って途中の設備であるA3に到達した後、その設備から新たに経路計画Bを履行するのである。この結果、そのターゲットは経路計画Bの残りの部分すなわち、設備A3、B3、B4の順に移動を行う。このように、管制官の指示により新たな経路計画が割り当てられた場合には、本システムはこの新たな経路計画と、現在履行中の経路計画とを組み合わせることにより、内部的に新たな計画を実質的に構成しているのである。

【0211】経路計画I/F

本システムにおいては、経路計画の割当及びその履行の監視を行うために管制官との種々のインターフェースを有している。

【0212】まず、空港面管制表示システムに対して、経路計画のターゲットへの始動割当を支援するために、経路計画のリスト表示を行うことが可能である。この経路計画のリスト表示は、移動開始地点、移動終了地点により抽出され、優先順位に従ってリスト表示が行われる。このリスト表示の内容は、個々の経路計画について経路計画識別子、標準走行時間、実績走行時間、現在履行中のターゲット数、及び使用禁止可否の状態を表示する。このように、管制官は開始地点と終了地点を入力することにより、それに対応する経路計画のリスト表示を行わせることができ、複数の候補の中から所望の経路計画を選択することが可能となり、円滑な経路計画の割当をすることができる。

【0213】また、本システムにおいては、経路計画リスト表示上の所望の経路計画を管制官が選択することにより、空港面のデジタルマップ上に選択された経路を表示することが可能である。この対応する経路の表示は当該経路が使用する誘導路の中心線を指示が行われた後一定時間特定の色（経路表示色）に変更することにより管制官に対し視覚的に把握し易くするものである。このように、経路計画を空港面の地図の上で具体的に示すことにより、経路計画の割当を迅速に行うことが可能である。

【0214】さらに、本システムにおいては、デジタルマップ上で誘導路の混雑状態を表示することが可能である。この混雑状態を表示するにはデジタルマップ上でその誘導路を使用しているターゲット数や混雑状態を表す数字などを表示することも好適であるが、本システムにおいては誘導路の中心線の線幅を変更することによって表示が行われている。本システムにおいて用いられているデジタルマップは誘導路としてその中心線と誘導路の幅をデジタルマップのデータとして保持している。そこで、この誘導路の混雑状態として、設備混雑状態情報テーブルの通過予定ターゲット数に基づきこのターゲット数に比例した線幅として上記中心線を表示することにより、各誘導路の混雑具合をデジタルマップ上で表示することが可能である。

【0215】例えば、このように中心線の太さを変更して表示した例が図40に示されている。図において黒で塗り潰されている部分が経路表示色であり、混雑している誘導路ほど太く表示がなされていることが理解されよう。このように、各誘導路の混雑具合を視覚的に把握することが可能となるため、適切な経路計画をターゲットに割り当て際の目安として活用することが可能となる。

【0216】さらに、本システムにおいては、管制官の指示に基づき、選択されたターゲットについて、このターゲットが割り当てられている経路計画の利用する誘導路の中心線をデジタルマップ上で表示することが可能である。このような表示は、例えば図41に示されている。図41において、黒線で示されているのが選択されたターゲットが履行している経路計画の利用する誘導路を表す。このような表示を行うことにより、管制官はそのターゲットが今後どのような誘導路を進むのかを容易に把握することが可能である。

【0217】このように、本システムにおいては経路計画リストを管制官に指示することにより、経路計画の自動割当の他に管制官が手動で経路計画をターゲットに割り当てすることも可能である。また、上述した経路計画自動割当の機能を選択するかあるいは禁止するかも管制官の操作により指定することが可能である。

【0218】C. 移動体交通監視システムの監視の内容
以上述べたように、本実施の形態に係る空港面移動体交

通監視システムにおいては、航空面のデジタルマップを表示すると共に、それに重畳して現在空港面上を移動している移動体を表示することにより、空港面内の交通監視を行うことが可能である。以下、本システムにおいて提供される各種管理・監視の機能について説明する。

【0219】経路計画の履行監視

上述したように、本システムにおいては管理対象である各ターゲットに対し、経路計画をそれぞれ割り当てる。ターゲットに割り当てた経路計画は、そのターゲットが移動中は、割り当てられた経路計画が履行されているか否かの監視を行い、割り当てられた経路計画より外れた場合は、その旨の警報を画面に表示する。

【0220】この経路計画履行監視においては、ターゲット情報テーブルの現在使用中設備と現在履行中経路計画移動順序番号に対応する設備とを比較し、異なっている場合には経路計画移動順序が次の誘導路などに移動したものと判断し、ターゲット情報テーブルの現在履行中の経路計画移動順序番号をカウントアップする。そして、この移動順序番号と、現在使用中の設備とを比較することにより割り当てられた経路計画が正確に履行されているか否かの監視を行う。この監視を行うことによって、上記移動順序番号と現在使用中設備とが一致しない場合には経路計画が履行されていないものと判断し、所定の警報発行を行う。

【0221】誘導路縦方向衝突監視（1）

本誘導路縦方向衝突監視（1）は、ある誘導路を使用中の移動体が既に存在する場合には、その移動体の縦方向の間隔が安全上問題が生じないように一定量確保するための監視である。

【0222】具体的には、本監視においては、当該誘導路の設備属性情報テーブル202に保持されている共用可能移動体数と、現在その誘導路を使用している使用中ターゲット数に基づいて、現在使用中のターゲット数が多い場合にはその誘導路への進入を制限するものである。

【0223】ある移動体が所定の交差点交通監視レンジ内にあり、かつ当該交差点における交通監視を選択する場合には当該移動体が次に進入する誘導路を判定する。この交差点交通監視レンジは、各交差点に設定されているレンジである。そして、この交差点交通監視レンジは、その交差点に対する進入を制限するため、交差点であるとして取扱われる領域より広い領域のレンジである。また、当該移動体が次に進入する誘導路を判定は、当該移動体に経路計画が設定されている場合は、この経路計画に基づき次に利用する設備を検索することにより実行される。また、経路計画が未設定である場合には進入可否の評価は本システムにおいては行わない。

【0224】進入可否の評価は、次に利用する誘導路に関する設備属性情報テーブル202に保持されている共用可能ターゲット数（移動体数）と、現在使用中移動体

数との比較に基づいて行われる。具体的には共用可能移動体数>現在使用中移動体数である場合には、当該移動体が当該誘導路に進入することを許可するのである。このような条件を満たさない場合には、当該移動体のデジタルターゲット表示において、停止指示表示が行われる。

【0225】現在使用中移動体数は、ある移動体が新たな誘導路に進入した場合に、設備属性情報テーブル202に保持されている現在使用中移動体数が1インクリメントすることにより計数する。

【0226】また、ある移動体の使用中の設備が変更されて、かつ前回使用されていた設備が誘導路である場合は、前回使用中の設備であったその誘導路の設備属性情報テーブル202に保持されている現在使用中移動体数を1デクリメントする。これは、その誘導路から移動体が離脱したことを意味する。このようなインクリメント及びデクリメントによる現在使用中移動体数の計数は、交通監視を行う行わないに関わらず実施される。

【0227】ある移動体が新たな誘導路に進入した場合に、設備属性情報テーブル202に保持されている現在使用中ターゲット数を1インクリメントした結果、当該誘導路の設備属性情報テーブル202に保持する共用可能移動体数を越える場合には、当該移動体のデジタルターゲット表示において警報表示が行われる。この表示は、交通監視を行う場合や行わない場合もいずれにも表示が行われる。

【0228】以上述べた誘導路縦方向衝突監視(1)においては、移動体のサイズの考慮は特に説明しなかった。すなわち、小さな車両もまた大きな旅客機も同等のスペースを占有すると仮定している。しかし、移動体のサイズは、移動計画情報114や、各種センサー100からの入力情報により把握することが可能である。そのため、移動体のサイズを考慮した誘導路縦方向衝突監視を行うことは容易である。このような衝突監視を行う場合には、移動体のサイズをクラス化し、このクラス毎に所定の計数を定義することにより、移動体のサイズを考慮した衝突監視を行うことが可能である。具体的には、ある誘導路を使用中の移動体 M_i のサイズに対応した係数を S_i とし、当該誘導路に n 個の移動体が存在する場合には、単に上に述べた縦方向衝突監視における移動体数は n であるが、移動体のサイズを考慮する場合にはこれを ΣB_i とすることにより、移動体のサイズを考慮した縦方向衝突監視を行うことが可能である。ここで、 $B_i = M_i \times S_i$ である。

【0229】この誘導路縦方向衝突監視(1)の具体的な衝突監視の例が図42に示されている。図42に示されているように、誘導路Nの共用可能ターゲット数が例えば3機である場合には、これから誘導路Nに進入しようとしているターゲットDは誘導路Nへの進入が許可されない。

【0230】なお、移動体のサイズを考慮する場合にも同様の原理により進入の許可及び禁止が行われる。

【0231】なお、航空機の場合には単純にその移動体のサイズのみを考慮したのでは足りない。すなわち、大きな旅客機の後に小型機が位置する場合には、大型の旅客機のエンジンからの強い風により、後の小型機の運行に支障が生じることがある。そのため、単なる大きさではなくいわゆるブラストを考慮した各ターゲット間の距離を判断する必要がある。このように、機種のブラストを考慮する場合にも、フライトプランからその機種を求め、上記移動体のサイズの考慮と同様に一定の重み付けをすることにより円滑な運行管理が行える。

【0232】誘導路縦方向衝突監視(2)

空港面における誘導路などは全て一方通行である。この一方通行とは特にその通行方向が決まっているわけではなく、ある移動体がその誘導路に進入した場合にはその移動体と逆方向の移動体の進入ができないという意味であり、その瞬間瞬間に応じて方向が定まる一方通行と言えよう。

【0233】本誘導路縦方向衝突監視(2)は、ある誘導路上を使用中の移動体が既に存在する場合には、当該移動体が進行する方向の交差点から新たな移動体が進入してくることを監視している。また当該誘導路が保全などの理由により使用不可能状態である場合には、当該誘導路への誤進入を監視する。このような誘導路縦方向衝突監視(2)の説明図が図43に示されている。図43に示されているように、誘導路NをターゲットAが走行中の場合には、ターゲットAの進行方向にある交通ノードからの新たな進入をしようとしているターゲットDはその進入が禁止されるのである。

【0234】この誘導路縦方向衝突監視(2)は具体的には当該誘導路の交通ノードに対応する交通ノード属性情報テーブルに保持されている現在状態に基づいて以下のように行われる。

【0235】まず、ある移動体が交差点交通監視レンジ内にあり、かつ当該交差点における交通監視が選択されている場合には当該移動体が次に進入する誘導路を判定する。この誘導路の判定は、上記誘導路縦方向衝突監視(1)において述べたように、経路計画において次に利用する設備を検索することにより行われる。経路計画が未設定である場合には、進入可否の評価は行われない。このようにして、次に利用する誘導路、現在の交差点とをキーにして交通ノード属性情報テーブルを検索し、交通ノードの現在の状態を評価する。そして、現在の状態が進入許可状態である場合には当該ターゲットが当該誘導路に進入することを許可する。一方、上記条件を満たさない場合には当該移動体のデジタルターゲット表示において停止指示表示が行われる。

【0236】移動体が進入した誘導路の、その進入した交通ノードとは反対側の交通ノード、すなわち行先側の

交通ノードについて、交通ノード属性情報テーブルの現在状態を評価する。この評価の結果、進入許可状態である場合には、進入禁止状態に設定する。このような処理は、交通監視が選択されている場合や禁止されている場合に限らずいずれの場合も実施される。

【0237】移動体がある誘導路を離脱する場合には、現在使用中の誘導路の現在使用中移動体数を1デクリメントした結果、当該誘導路の現在使用中移動体数が0となった場合には、この移動体が離脱した側の交通ノードの現在状態を進入許可状態に設定する。すなわち、その移動体が誘導路に存在した場合にはその交通ノードは進入禁止にされていたわけであるが、その移動体が交通ノードから離脱したことにより、誘導路の移動体数が0になった場合にはその交通ノードからの進入があらためて許可される状態となるのである。このような処理は、交通監視が選択されている場合や禁止されている場合に限らず実施される。

【0238】移動体が進入した誘導路の、その進入した交通ノードとは反対側の交通ノード、すなわち移動体に向かって方向の交通ノードについて、交通ノード属性情報テーブルの現在状態を評価し、もし進入禁止状態である場合には、当該移動体のデジタルターゲット表示において警報表示が行われる。この処理は交通監視が選択されている場合か禁止されている場合に限らず実施される。

【0239】誘導路横方向衝突監視

本誘導路横方向衝突監視は、ある誘導路上を移動中の移動体が既に存在する場合に、その誘導路に隣接し、かつ移動体の横方向の離隔距離が確保できない誘導路に移動体が進入することを監視するものである。

【0240】この誘導路横方向衝突監視の説明図が図44に示されている。図44(a)に示されているように、誘導路T1と誘導路T2が平行して位置している場合に、航空機AC1と航空機AC2とが互いに反対方向から移動してきた場合にその横方向の離隔距離を確保できない場合が生じる。このような場合に、誘導路T1に航空機AC1が移動している場合にその隣接する誘導路T2に航空機AC2に反対方向から進入してくるのを禁止することにより、横方向の衝突を防止するものである。

【0241】一方、図44(b)に示されているように、航空機AC1と、航空機AC2とが同じ向きに進行する場合には、図44(a)とは異なり横方向の離隔距離は確保可能である。

【0242】このように、ある誘導路に航空機が存在する場合には、その誘導路と近接している誘導路に対し、上記航空機と逆方向に進むような航空機の進入を禁止するものである。

【0243】このような衝突監視を行うために、本システムにおいては交通ノードのグループ化を行っている。

交通ノードをグループ化することにより上記横方向の衝突監視を行うことが可能である。具体的には、図44(b)に示されているように交通ノードを以下のようにグループ化する。

【0244】 $\{(T1 * N1) + (T2 * N3)\}$
 $\{(T1 * N2) + (T2 * N4)\}$
 $\{(T2 * N3) + (T3 * N5)\}$
 $\{(T2 * N4) + (T3 * N6)\}$

ここで、T1～T3は各誘導路を表す(図44(b)参照)。N1～N6は交通ノードを表す(図44参照)。このようにグループ化を行うことにより、例えば交通ノードN1から進入し誘導路T1を走行中の航空機が存在する場合には、N2から誘導路T1への進入を禁止すると同時に交通ノードN4から誘導路T2への進入についても禁止する交通制御が可能である。すなわち交通ノードN1から航空機が進入する場合に縦方向の衝突を回避するためまずその対面に存在する中間ノードN2の進入禁止が行われる。これと同時に、この交通ノードN2とグループ化されている他の交通ノードについても進入禁止が行われるのである。この結果、交通ノードN4からの進入が禁止されることにより、図44(a)に示されるように隣接する誘導路において逆方向に航空機が進入するという事態を未然に防止することが可能である。

【0245】この時、図44(b)に示されるように、 $T2 * N4$ と、 $T3 * N6$ とがさらにグループ化されているが、これについては交通制御の範囲外とする(グループ化による交通制御は1グループのみに限定している)。なお、このようなグループ化は、人間が予め設備データとして登録をしておく。

【0246】図44に示されている例においては、ある誘導路の交通ノードのグループ化は2つの交通ノードに対してそれぞれグループ化が行われている。しかし、このグループ化は3つの交通ノードに対して1つのグループ化が行われる場合もある。例えば、図45に示されているように3本の誘導路が互いに近接しており、いずれの誘導路に航空機が存在する場合にも他の2つの誘導路が影響を受ける場合には、3つの交通ノードにこのように1つのグループが割り当てられる。

【0247】具体的な監視の方法を以下に説明する。

【0248】まず、当該誘導路の交通ノードに対応する交通ノードグループ属性情報テーブル218に保持されている交通ノードグループ現在状態に基づき、進入可否の評価がまず行われる。

【0249】ある移動体が交差点交通監視レンジ内にあり、かつ当該交差点における交通監視を選択する場合には、当該移動体が次に進入する誘導路を判定する。この誘導路の判定は、上記縦方向衝突監視において述べたように、当該移動体に経路計画が設定されている場合にはこの経路計画において次に利用する設備を検索することにより行われる。一方、経路計画が未設定である場合に

は進入可否の評価は行わない。次に、利用する誘導路と現在の交差点をキーにして交通ノード属性情報テーブルを検索し、交通ノードが交通ノードグループに所属している場合には、この交通ノードグループの交通ノードグループ属性テーブルの現在状態を評価する。この評価の結果、現在状態が進入許可状態である場合には、当該移動体は誘導路に進入することを許可される。一方、この条件を満たさない場合には、当該移動体のデジタルターゲット表示において停止指示表示が行われる。

【0250】一方、当該グループに対して進入禁止状態の設定は、以下のように行われる。まず、移動体が進入した誘導路の、その移動体が進む方向の交通ノード、すなわち進入した交通ノードとは反対側の交通ノードについて、交通ノード属性情報テーブルの現在状態が評価され、この評価の結果進入許可状態である場合には進入禁止状態に設定する。この動作は、上記縦方向衝突監視と同様である。さらに、当該交通ノードが一定の交通ノードグループに所属している場合には、この所属している交通ノードグループ属性情報テーブルの交通ノードグループ状態に、当該交通ノードの状態として進入禁止状態を設定する。この設定は、具体的には当該交通ノードの交通ノードグループ状態設定マスク値に対し、論理和設定することにより行われ、他の設定値の値を変更しないようにして設定が行われる。このような処理は、交通監視の選択／禁止状態のいずれに関わらず実施が行われる。

【0251】すなわち進入した交通ノードとは反対側の交通ノードについて、交通ノードグループ属性情報テーブルの現在状態を評価し、この評価の結果進入禁止状態が設定されている場合には、当該移動体のデジタルターゲット表示において警報表示が行われる。この警報表示は交通監視の選択／禁止状態に関わらず実施される。

【0252】滑走路誤進入監視

本滑走路誤進入監視は、ターゲットの滑走路への進入可否を監視する。

【0253】従来から、滑走路への誤進入を防止する方法として種々の方法が知られている。

【0254】例えば、移動体（航空機、車両）の現在位置とその移動ベクトルより、移動体毎のセパレーション（通常は移動体のベクトル方向に広がる扇形）を計算し、そのセパレーション内に他の移動体が存在する場合に警報を発行する。

【0255】このように、ある一定距離、あるいは移動体の速度に応じたセパレーションによる移動体同士の間隔により衝突の検知を行う方法は、広域管制、ターミナル管制の分野で実用化されており、この方法を空港面における警報に適用することも考えられる。このようなセパレーションによる方法の説明図が図46に示されている。

【0256】但し、空港面の地形が非常に複雑であるた

め、セパレーション間隔を一意に決定することは困難であり、又、図47に示されている例においては誤警報が生じる可能性がある。

【0257】本実施の形態に係る空港面移動体交通監視システムにおいては、滑走路の使用に関し、排他制御に基づき滑走路誤進入警報の検知を行っている。まず、図48に示されているように、滑走路及び滑走路のアプローチを含めた滑走路占有エリア300を定義している。そして、この滑走路占有エリア300に進入した移動体は、その滑走路を占有することになる。この占有状態が図49に示されている。図49において、粗いハッチングで示された部分が滑走路302でありこの滑走路302が進入してきた進入機304に対して占有されるのである。このように、所定の進入機304が滑走路占有エリア300に進入したことにより、滑走路302がその進入機304に対し占有することにしたため、空港面の複雑な地形にも対応することが可能である。この方法は、これからこの滑走路を利用し離陸を行う出発機306（図50参照）にも、地上面を走行する地上面走行機308（図51参照）にも適用可能である。例えば、図50においては進入機304が滑走路占有エリア300に入る前に、出発機306が滑走路占有エリアに進入しているため、この出発機306に対し滑走路300が占有されている。また、図51においてはこの滑走路を利用する航空機ではないがこの滑走路を横切る地上面走行機308が滑走路占有エリア300に進入することによりその滑走路302が地上面走行機308に占有されている。

【0258】また、この滑走路占有エリア300に対して交差する経路を飛行する航空機に対しては、その航空機のヘディングにより適用除外とすることが可能である（図52参照）。すなわち、通過機310はこの滑走路占有エリア300の上空を単に通過するだけであるため、その通過機を監視の対象外としているのである（図52参照）。

【0259】また、滑走路占有エリア300としては以下に述べるように2種類のエリアとして定義することが好適である。本システムに係る滑走路占有エリア300は以下に示す滑走路監視レベルエリア300aと、滑走路警報レベルエリア300bとの2種類のエリアとして定義されている。まず、滑走路監視レベルエリア300aは、このエリアに進入した移動体は、当該エリアに対応する滑走路を占有中の移動体が他に存在しなければ、当該エリアに対応する滑走路を占有する。すなわち、この滑走路監視レベルエリア300aに新たに移動体が進入する場合には、その移動体が滑走路302を占有するのである。一方、滑走路警報レベルエリア300bは、この滑走路警報レベルエリア300bのエリアに進入した移動体が、当該エリアに対応する滑走路を占有している移動体ではない場合に、滑走路誤進入警報を発する。

【0260】このように、滑走路監視レベルエリア300aは、滑走路302に対する誤進入の監視を開始するためのエリアである。また、このエリアに移動体が入った場合には、他に滑走路302を占有する移動体がない場合には、その進入された移動体が滑走路302を占有するのである。この滑走路監視レベルエリア300aの範囲は、図53に示されているように滑走路警報レベルエリア300bの外側、具体的には滑走路警報レベルエリア300bより広く設定する必要がある。一方、滑走路警報レベルエリア300bは、アプローチにおいては進入復行が可能な限界点を含めた範囲とする必要がある。さらに進入復行可能な限界点に到達するまでに管制官からの指示を行って、それに対するパイロットのアクションを起すことが可能なだけの時間的な余裕を含めておく必要がある。また、空港面に鑑みれば、この滑走路警報レベルエリア300bは滑走路302を十分に覆う範囲とする必要がある。

【0261】また、滑走路占有エリア300の属性としては、アプローチラインを横切る航空機を警報の対象外とするため、監視の対象とするベクトル方向の範囲を保持しておく必要がある。また、使用する滑走路（使用方向も含めて考える）、出発機／進入機毎の設定が可能である。

【0262】以上述べたように、本実施の形態に係る空港面移動体交通監視システムにおいては滑走路の誤進入を防止するために滑走路の周囲に警報を発行するための滑走路警報レベルエリア300bと、さらにそれより広い滑走路監視レベルエリア300aを設定した。そして、この滑走路監視レベルエリア300aに移動体が入った場合には、警報は発行しないが滑走路をその進入した移動体に占有させることにより、他の移動体の進入を排除している。そして、このような排他制御により滑走路に対する誤進入を防止している。

【0263】滑走路の誤進入を防止するために、本システムにおいては誤進入に対し以下のような表示を管制官に対する表示部に行わせる。

【0264】まず、移動体が滑走路を占有した時点（移動体が滑走路監視レベルエリア300a内に進入した時点）において、滑走路302について占有中の表示を行う。滑走路が占有中である旨の表示は、デジタルマップ上の滑走路の表示の色を変更することにより行われる。なお、図49～図53においては色の代りに粗いハッチングにより滑走路302が占有状態であることを表している。

【0265】さらに、現在滑走路302を占有している移動体に対応するデジタルターゲットについてもその旨が判断できる表示がなされる。具体的には、その滑走路302が占有された対象であるデジタルターゲットについてもその色を変更したり、または近傍に滑走路を占有している旨の表示や記号を表すことなどが好適である。

【0266】このような表示をデジタルマップ、及び空港面上を移動する各移動体の表示と共に表示することにより、空港における管制の際、誤ったクリアランスの発行を防止することが可能である。さらに、既に占有中の移動体が存在する滑走路302に対し、別の移動体が誤進入した場合には、誤進入した移動体に対応するデジタルターゲットについてその旨が判断できるような表示がなされる。例えば、その誤進入による移動体を表すデジタルターゲットの色が変更されたり、または管制官の注意を促すべく点滅表示などを行うのが好適である。

【0267】又、空港面においては、滑走路近傍に移動体が存在することを許すため、管制官が介入するだけの余裕もなく、滑走路への誤進入が発生する可能性が十分考えられる。このため、滑走路への進入誘導路に適切などの視覚援助施設を接地するとともに、さらに個の視覚援助施設との連携オートメーションを実現することにより、安全性が向上するものと考えられる。このような例が図54に示されている。

【0268】尚、衝突警報を発出するエリア範囲は警報発生から、回避開始までの所要時間に移動体が進む距離と、回避のための最低必要距離の合計距離が必要であると考えられる。

【0269】警報発生から回避開始までの所要時間には、計算機の処理時間、管制官の指示、パイロットのアクションなどの時間が含まれますが、このうち計算機の処理時間については、他の時間に比較した場合に、ほとんど無視することが可能である。

【0270】又、回避のための最低必要距離は、例えば進入機で在れば進入腹腔の限界点になると考えられる。図55に警報発生から、回避開始までの所要時間を10秒／20秒／30秒／40秒とした場合の各々について、移動体の現在速度に対する警報発生から、回避開始までの移動体の進む距離を示す。

【0271】交差点誤進入監視

滑走路302に対する誤進入を監視すると同様な目的により、交差点の誤進入を防止する必要もある。これは、ある交差点を使用中のターゲットが既に存在する場合には、新たなターゲットが交差点に進入しないように監視を行うものである。そして、新たなターゲットが交差点に進入しようとする場合に、ターゲットは既に交差点中に存在する場合にはその進入を制限するものである。

【0272】図56には、空港面における交差点の監視を行う交通監視レンジの説明図が示されている。図56に示されているように、交差点というものは、具体的にはある点を中心とする円で表される。この円をその交差点の範囲レンジと呼ぶ。また、同じく点（交差点）を中心とする範囲レンジより広い円を交通監視レンジと読んでいる。このように、交差点は、設備属性情報テーブル202内部に、交通監視レンジと範囲レンジとを保持しているのである。交通監視レンジ、及び範囲レンジは、

上述したように交差点を中心にする円で表され交通監視レンジはターゲットがその円内に進入した時点で、当該交差点に関する交差点誤進入監視の対象とするレンジである。一方、範囲レンジは、当該交差点の範囲を表し、範囲レンジ内に進入するターゲットは当該交差点を占有する。

【0273】そして、図56に示されているように範囲レンジに入る前に各誘導路に対しストップバー（Stop Bar）が設けられており、移動体が範囲レンジに入る前にその進入を阻止し得るように構成されている。

【0274】誘導路を走行中のターゲットが交差点の交通監視レンジに進入した場合には、当該交差点を占有するものとする。これは、上述した滑走路誤進入監視と同様である。このように、交差点の内部にターゲットが存在しない場合には、新たに交通監視レンジに進入したターゲットが当該交差点を占有するため、設備属性情報テーブル202の内部の占有中ターゲットの項目に当該ターゲットが設定され、現在状態を占有中に設定するのである。

【0275】次に、当該ターゲットがこの交差点を通過し、交通監視レンジで示される円内から脱出した場合には、設備属性情報テーブル202の占有中ターゲットを解除し、現在状態を使用可能に設定する。これによって、この交差点は新たにこの交差点に進入する別の移動体に使用されることが可能となる。

【0276】逆に、移動体が交通監視レンジに進入した場合に、既にこの交差点を占有するターゲットが存在する場合にはストップバーが閉じられ、この交差点が使用可能状態に復帰するまで移動体は範囲レンジに進入することはできない。このように、移動体を制御することにより交差点に対する誤進入を防止することが可能である。

【0277】

【発明の効果】第1の本発明によれば、所定のしきい値より高いか否かで警報の発行、非発行を制御しうるので、しきい値を変化させることにより、効率的に警報の抑止が行える空港面移動体交通監視装置が得られる。

【0278】第2の本発明によれば、各移動体に経路計画が割り当てられるので、管制官お負担を減少しうる空港面移動体交通監視装置が得られる。

【0279】第3の本発明によれば、各移動体の移動開始地点、及び終了地点に基づき経路計画が検索されるので、迅速な処理が可能な空港面移動体交通監視装置が得られる。

【0280】第4の本発明によれば、各経路計画の同時利用可能な移動体数を記憶保持しているため、特定の経路計画のみに割り当てが集中することを防止し、円滑な空港の運用が可能な空港面移動体交通監視装置が得られる。

【0281】第5の本発明によれば、各経路計画に含まれる誘導路毎に、その利用可能な移動体数を記憶、保持

し、その誘導路に対する利用移動体数がこの値より大きくならないように、割り当てを行った。そのため、誘導路ごとに特に混雑してしまうことを防止し、円滑な空港の運用が可能となる。

【0282】第6の本発明によれば、割り当てられた経路計画が変更された場合でも、変更の前後の経路計画に基づき、新たな経路計画が作成されるので、円滑な経路計画の切替が行える。

【0283】第7の本発明によれば、割り当てられた経路計画が正確に履行されているか否かを効率的に監視しうる空港面移動体交通監視装置が得られる。

【0284】第8の本発明によれば、誘導路の共用可能移動体数を超える移動体数がその誘導路に進入しようとした場合に警報を発行するため、衝突を未然に防止可能である。

【0285】第9の本発明によれば、誘導路が利用されている場合に、その移動体の移動方向とは反対側からの交通ノードからの進入を制限することにより、衝突を未然に防止可能である。

【0286】第10の本発明によれば、近傍に隣接して並ぶ誘導路を、同時にそれぞれ移動体を使用した場合に、これらの移動体が側面において衝突してしまうことを防止すべく、交通ノードのグループ化により、一定の交通ノードを進入禁止とする。そのため、横方向の衝突を未然に防止することが可能である。

【0287】第11の本発明によれば、滑走路を排他使用することにより衝突を回避する監視装置において、監視エリアと、警報エリアの2種類の領域を設けたので円滑な排他使用が可能となる。

【0288】第12の本発明によれば、上記第11の本発明と同様の効果が奏される。

【0289】第13の本発明によれば、誘導路の混雑状況が肉眼で容易に把握できるため、管制官の負担の軽減を図ることが可能な空港面移動体交通監視装置が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の好適な実施の形態である空港面移動体交通監視システムの主要な構成を表す構成ブロック図である。

【図2】 本実施の形態に係るデータの関係を表す説明図である。

【図3】 本システムにおいて、誘導路と交差点との関係を表す説明図である。

【図4】 図3と同じく誘導路と交差点との関係を表すとともに、交通ノードの関係をも表す説明図である。

【図5】 設備種別情報テーブルの内容を表す説明図である。

【図6】 設備属性情報テーブルの内容を表す説明図である。

【図7】 交差点情報テーブルの内容を表す説明図であ

る。

【図 8】 誘導路情報テーブルの内容を表す説明図である。

【図 9】 エリア種別情報テーブルの内容を表す説明図である。

【図 10】 エリア／設備形状情報の内容を表す説明図である。

【図 11】 デジタルターゲット表示制御情報テーブルの内容を表す説明図である。

【図 12】 交通ノード状態情報テーブルの内容を表す説明図である。

【図 13】 交通ノード所属交通ノードグループ情報テーブルの内容を表す説明図である。

【図 14】 交通ノードグループ属性情報テーブルの内容を表す説明図である。

【図 15】 メッシュデータの内容を表す説明図である。

【図 16】 移動体属性情報テーブルの内容を表す説明図である。

【図 17】 航跡情報テーブルの内容を表す説明図である。

【図 18】 経路計画割当状態情報テーブルの内容を表す説明図である。

【図 19】 移動計画情報テーブルの内容を表す説明図である。

【図 20】 空港運用情報テーブルの内容を表す説明図である。

【図 21】 経路計画情報テーブルの内容を表す説明図である。

【図 22】 経路計画使用設備情報テーブルの内容を表す説明図である。

【図 23】 経路計画状態テーブルの内容を表す説明図である。

【図 24】 設備混雑状態情報テーブルの内容を表す説明図である。

【図 25】 本実施の形態に係る空港面移動体交通監視システムの画面表示の例を表す説明図である。

【図 26】 本実施の形態に係る空港面移動体交通監視システムの画面表示の例を表す説明図である。

【図 27】 本実施の形態に係る空港面移動体交通監視システムの画面表示の例を表す説明図である。

【図 28】 本実施の形態に係る空港面移動体交通監視システムの画面表示の例を表す説明図である。

【図 29】 本実施の形態に係る空港面移動体交通監視システムの画面表示の例を表す説明図である。

【図 30】 本実施の形態に係る空港面移動体交通監視システムの画面表示の例を表す説明図である。

【図 31】 本実施の形態に係る空港面移動体交通監視システムの画面表示の例を表す説明図である。

【図 32】 本実施の形態に係る空港面移動体交通監視

システムの画面表示の例を表す説明図である。

【図 33】 本実施の形態に係る空港面移動体交通監視システムの画面表示の例を表す説明図である。

【図 34】 現在の移動体数を把握する動作を表すフローチャートである。

【図 35】 交通密度を監視する際の動作を表すフローチャートである。

【図 36】 交通監視を行うか否かが自動的に切り替えられる場合の切替の動作を表すフローチャートである。

【図 37】 経路 A があるターゲットに割り当てられている場合、経路 B を別のターゲットに割り当てることはできないことを表す説明図である。

【図 38】 経路計画の自動割当の具体的な動作を表すフローチャートである。

【図 39】 経路計画の移管の様子を示す説明図である。

【図 40】 各誘導路の混雑具合に応じて各誘導路の中心線の太さを変更して表示したデジタルマップを表す説明図である。

【図 41】 ターゲットが履行している経路計画に含まれる誘導路が黒線で表示される様子を表す説明図である。

【図 42】 誘導路縦方向衝突監視（1）の具体的な衝突監視の例が示されている説明図である。

【図 43】 誘導路縦方向衝突監視（2）の具体的な衝突監視の例が示されている説明図である。

【図 44】 誘導路横方向衝突監視の具体的な衝突監視の例が示されている説明図である。

【図 45】 誘導路横方向衝突監視において、3 個のノードに対し 1 グループかなされている場合の例を表す説明図である。

【図 46】 セパレーションによる移動体同士の間隔により衝突の検知を行う方法の説明図である。

【図 47】 セパレーションによる移動体同士の間隔により衝突の検知を行う方法において誤警報が発生する可能性のある場合の説明図である。

【図 48】 滑走路誤進入監視の動作の説明図である。

【図 49】 滑走路誤進入監視の動作の説明図である。

【図 50】 滑走路誤進入監視の動作の説明図である。

【図 51】 滑走路誤進入監視の動作の説明図である。

【図 52】 滑走路誤進入監視の動作の説明図である。

【図 53】 滑走路誤進入監視の動作の説明図である。

【図 54】 滑走路誤進入監視の動作の説明図である。

【図 55】 警報発生から回避開始までの所要時間を 10 秒～40 秒とした場合の移動体の進む距離を表す表の説明図である。

【図 56】 交差点における交通監視レンジの説明図である。

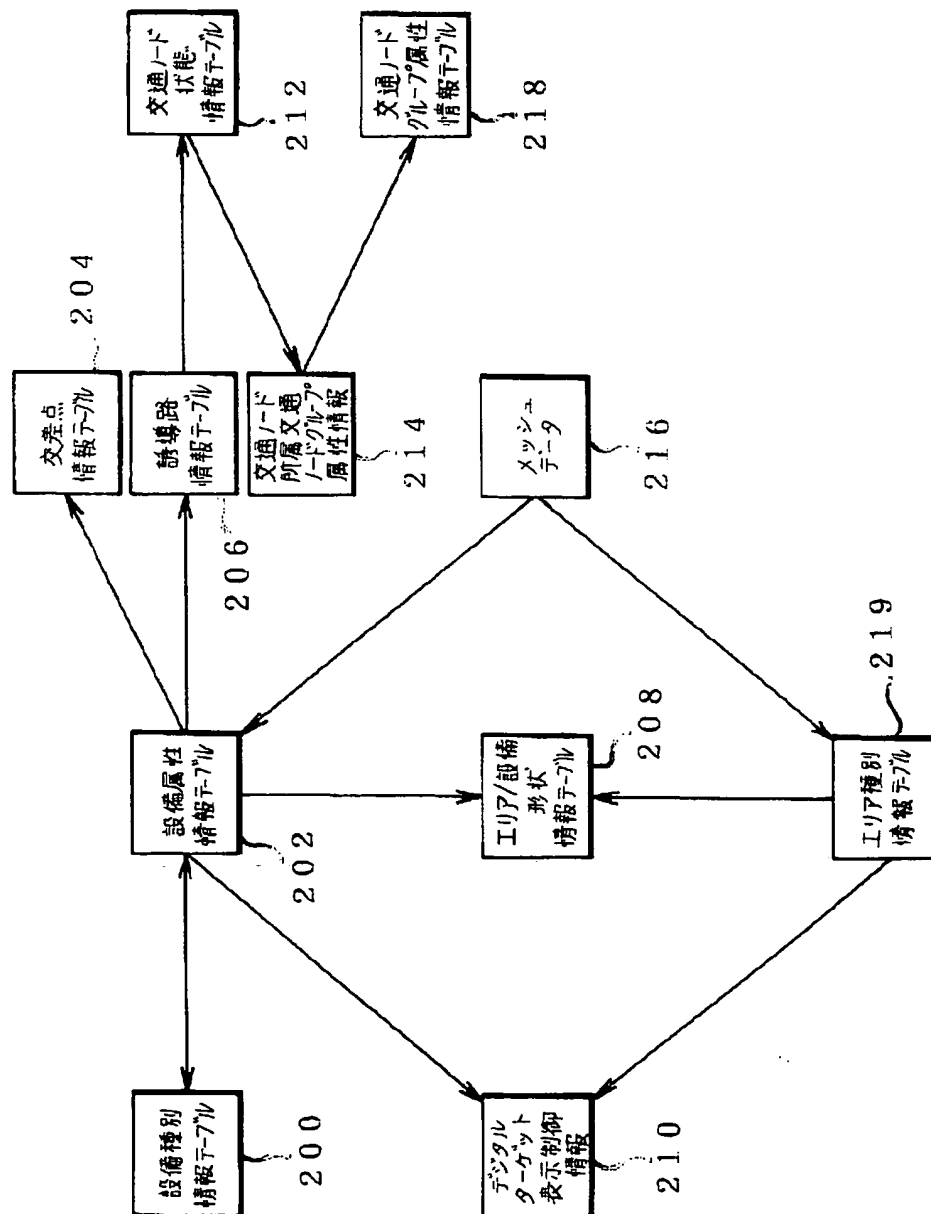
【図 57】 経路計画の選択において航空機型式により経路が変化する様子を表す説明図である。

【符号の説明】

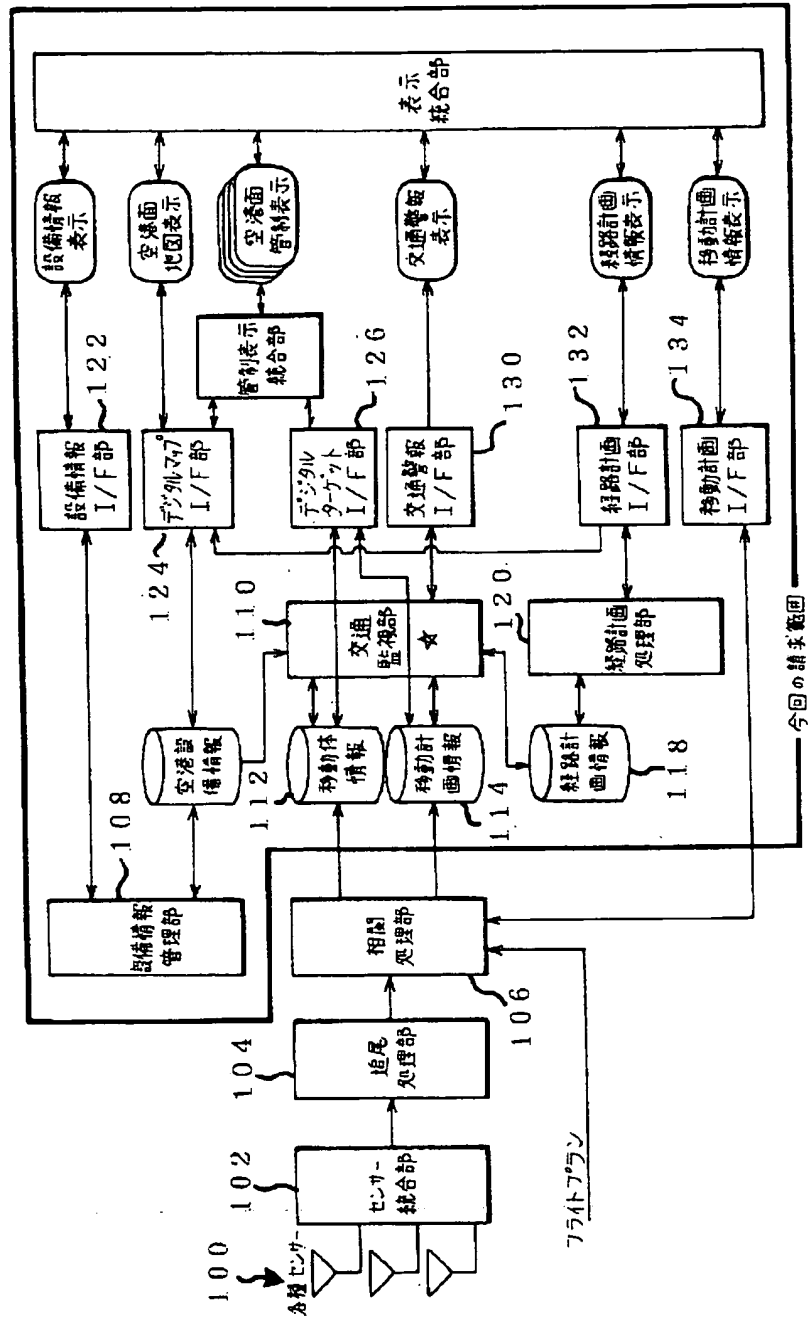
100 各種センサー、102 センサー統合部、104 追尾処理部、106 相関処理部、108 設備情報管理部、110 交通監視部、112 移動体情報、114 移動計画情報、116 空港設備情報、118 経路計画情報、120 経路計画処理部、122 設備情報I/F部、124 デジタルマップI/F部、128 管制表示統合部、130 交通警報I/F部、132 経路計画I/F部、134 移動計画I/F部、200 設備種別情報テーブル、202 設備属性情報

テーブル、204 交差点情報テーブル、206 誘導路情報テーブル、208 エリア/設備形状情報テーブル、210 デジタルターゲット表示制御情報、212 交通ノード状態情報テーブル、214 交通ノード所属交通ノードグループ属性情報、216 メッシュデータ、218 交通ノードグループ属性情報テーブル、219 エリア種別情報テーブル、300 滑走路占有エリア、300a 滑走路監視レベルエリア、300b 滑走路警報レベルエリア、302 滑走路、304 進入機、306 出発機、308 地上面走行。

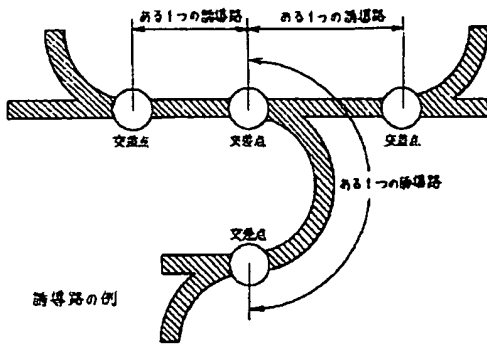
【図2】



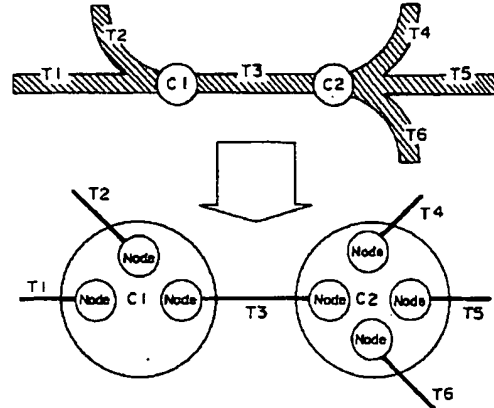
【図 1】



【図3】



【図4】



【図5】

設備種別情報テーブル	
設備種別情報テーブルは、設備種別毎の主にデジタルマップ表示に関する各種属性情報を保持し、1個の設備種別が1個のインスタンスに対応する。	
・ エリア/設備種別	設備/エリアの種別をユニークに判定するための識別子である。
・ 最小表示倍率	当該設備種別をデジタルマップに描画する場合のデジタルマップの最低の表示倍率を示す。デジタルマップの表示倍率を縮小した場合に、視認できる限界値であり、これ以下の倍率では、当該設備種別の表示を行わない。
・ 最大表示倍率	当該設備種別をデジタルマップに描画する場合のデジタルマップの最大の表示倍率を示す。デジタルマップの表示倍率を拡大した場合に、視認できる限界値であり、これ以上の倍率では、当該設備種別の表示を行わない。
・ デジタルマップ表示色	デジタルマップに表示する際の表示色を示す。
・ デジタルマップ塗りつぶし区分	デジタルマップに表示する際に輪郭のみ表示するか塗りつぶすかの区分を示す。
・ 表示デジタルマップ区分	表示するデジタルマップを示す。デジタルマップには、基本/セレクト/エリアマップの区分があり、どのデジタルマップに描画するかの情報を示す。

【図6】

設備属性情報テーブル	
設備属性情報テーブルは、個々の設備毎の属性情報を保持し、1個の設備が1個のインスタンスに対応し、存在する全ての設備に関する情報を保持する。	
・ エリア/設備種別	設備/エリアの種別をユニークに判定するための識別子である。
・ 設備識別子	個々の設備をユニークに識別するための識別子である。
・ 設備名称	設備の名称であり、インスタンス生成時に運用者により名前付けされる。設備名称は、運用者、地上管制官、パイロット等により共通に認識できる名前である。
・ 交通監視を行なう最低交通密度レベル	当該設備を使用中の移動体に対する交通監視を行なう最低交通密度レベルを示す。空港の交通密度レベルが本値以上となった場合に、交通監視を実施する。
・ 交通監視を行なう最低視程条件レベル	当該設備を使用中の移動体に対する交通監視を行なう最低視程条件レベルを示す。空港の視程条件レベルが本値以上となった場合に、交通監視を実施する。
・ 共用可能ターゲット数	共用資源を同時に使用することが可能なターゲット数を示す。
・ 現在状態	当該設備の現在の状態を以下の区分で示す。 # 占有状態 # 使用可能状態 # 使用不可能状態 (交通監視に基づく) # 使用不可能状態 (クローズに基づく) のみ。
・ 現在使用中ターゲット数	当該設備を現在使用中のターゲット数を示す。
・ 経路計画自動割当て実施最大交通密度レベル	交通密度が当該レベル以上である場合は、経路計画自動割当てを行わない。
・ 経路計画自動割当て実施最大視程条件レベル	視程条件が当該レベル以上である場合は、経路計画自動割当てを行わない。
・ デジタルターゲット表示制約情報識別子	当該設備のデジタルターゲット表示制約情報の識別子を示す。

【図 7】

交差点情報テーブル	
	設備種別が交差点である設備について、設備属性情報テーブルに加えて以下の付加情報を保持する。
・ 設備識別子	個々の設備をユニークに識別するための識別子である。
・ 交差点位置情報	交差点の位置を基本座標系におけるX,Y座標で示す。
・ 交差点範囲レンジ	交差点の範囲を示す。交差点位置を中心とし、交差点範囲レンジを半径とする円内を当該交差点の範囲とする。交差点範囲内に存在する移動体は、その交差点を占有していなければならない。また、交差点の範囲は当該交差点に対するストップバーの内側になければならない。
・ 交差点交通監視レンジ	交差点の交通監視を行う範囲を示す。当該交差点を使用する移動体が、交差点位置を中心とした交差点交通監視レンジを半径とする円内に進入した場合に、その移動体について当該交差点の交通監視を行う。交差点交通監視レンジは、交差点範囲レンジ以上の値域である必要がある。
・ 占有中移動体識別子	現在当該交差点を占有しているターゲットの識別子を示す。

【図 8】

閉塞路情報テーブル	
	設備種別が閉塞路である設備について、以下の付加情報を保持する。
	設備種別が閉塞路である設備について、設備属性情報テーブルに加えて以下の付加情報を保持する。
・ 設備識別子	個々の設備をユニークに識別するための識別子である。
・ 交通ノード(1) 識別子	当該閉塞路に対応する交通ノードを示す。
・ 交通ノード(2) 識別子	当該閉塞路に対応する交通ノードを示す。

【図 9】

エリア種別情報テーブル	
	エリア種別に関する情報を保持する。
・ エリア/設備種別	設備/エリアの種別をユニークに判定するための識別子である。
・ エリア判定キー	当該エリアに対するIN/OUTの判定を行なうためのキー情報である。エリア判定キーは、メッシュデータテーブルのエリア判定情報の当該エリアのIN/OUT情報格納位置を示す。
・ デジタルターゲット表示制御情報識別子	当該設備のデジタルターゲット表示制御情報の識別子を示す。

【図10】

エリア/設備形状情報	
	エリア/設備の形状に関する情報は、以下に示すエリア/設備形状情報テーブルにより表現する。エリア/設備の形状は、1個以上の図形により表現し、1個のエリアや設備の形状を、複数の図形の組み合わせで構成することを可能とする。
* エリア/設備種別	設備/エリアの種別をユニークに判定するための識別子である。
* 設備識別子	個々の設備、エリアをユニークに識別するための識別子である。
* 図形識別子	図形をユニークに識別するための識別子である。図形識別子は、エリア/設備種別識別子、及び設備識別子によりユニークに識別される1個のエリア、又は設備を構成する1個以上の図形に対してシーケンシャルな番号を付与することにより表現する。
+ 図形形状区分	図形形状の区分を(1)点、(2)線分、(3)ポリライン、(4)ポリゴン、(5)矩形、(6)2レンジ2アジマス(極座標系)の別で示す。
+ 図形座標情報	図形形状区分が点の場合は1点のXY座標、線分の場合は両端2点のXY座標、ポリライン/ポリゴンの場合は各端点のXY座標、矩形の場合は対角2点のXY座標、2レンジ2アジマスの場合は、中心のXY座標値、及び2個のレンジ値と2個のアジマス値により表現する。
+ 有効高度上限値	エリアのインスタンスである場合に、当該エリアによる制御が有効となる移動体の高度に対する条件である。
+ 有効高度下限値	エリアのインスタンスである場合に、当該エリア種別による制御が有効となる移動体の高度に対する条件である。
+ 有効ヘディング	エリアのインスタンスである場合に、当該エリア種別による制御が有効となる移動体のヘディングに対する条件である。移動体のヘディングが本値から有効ヘディング許容範囲内にある場合に、その移動体に対する当該エリアの制御が有効となる。
+ 有効ヘディング許容範囲	エリアのインスタンスである場合に、有効ヘディングからの誤差の許容範囲値である。

【図12】

交通ノード接続情報テーブル	
	交通ノードは、交差点において、当該交差点に接続する各誘導路に対応して自動生成する。誘導路は2つの交差点を結ぶ線分であり、ある交差点は複数の誘導路の端点となっている。誘導路から見たこの端点を交通ノードと呼ぶ。
* 対応誘導路の設備識別子	当該交通ノードに対応する誘導路を、設備識別子により示す。
* 対応交差点の設備識別子	当該交通ノードに対応する交差点を、設備識別子により示す。
@ 交通ノード識別子	交通ノードをユニークに識別するための識別子であり、代替キー情報である。
+ 現在状態	当該交通ノードに対応する交差点から、当該交通ノードに対応する誘導路への進入の許可/禁止状態を示す。
+ 所属交通ノードグループ数	当該交通ノードが所属する交通ノードグループの個数を示す。

【図13】

交通ノード所属交通ノードグループ情報テーブル	
	当該交通ノードが、他の交通ノードと交通ノードグループを構成する場合に、当該交通ノードが所属する交通ノードグループに関する属性情報を示す。1個の交通ノードは、複数の交通ノードグループに所属可能とする。
* 交通ノード識別子	交通ノードをユニークに識別するための識別子である。
* 所属交通ノードグループ識別子	当該交通ノードが所属する交通ノードグループをユニークに識別するための識別子である。
+ 交通ノードグループ状態設定マスク値	交通ノードの現在状態変更に伴い、交通ノードグループ属性情報テーブルの交通ノードグループ状態を設定するマスク値を示す。進入許可状態から禁止状態に変更した場合に、本値を論理和設定し、進入禁止状態から許可状態に変更した場合に、本値の補数の論理積を設定する。

【図 1 1】

デジタルターゲット表示制御情報テーブル	
設備やエリア内に存在するターゲットのデジタルターゲット表示を制御する情報である。これは、管制官に誤解を招くような表示を補正すると共に、必要とする情報のみをフィルタリングすることにより、管制のオーバロードを軽減することを目的とする。	
デジタルターゲット表示制御情報識別子	デジタルターゲット表示情報をユニークに識別するための識別子である。
有効レンジスケール上限値	表示制御を行なう設備、エリアにおいて当該エリアによる制御が有効になる、デジタルマップのレンジスケール上限値である。
有効レンジスケール下限値	表示制御を行なう設備、エリアにおいて当該エリアによる制御が有効になる、デジタルマップのレンジスケール下限値である。
リーダー方向	当該設備、エリア上にある移動体のデジタルターゲット表示のリーダー方向を指定する。これにより他のデジタルターゲットのタグとの重なりを防止する。本値が無効値の場合は、既定のリーダー方向を採用する。
進入機タグ表示形式	当該設備、エリア内に存在する進入機移動体のデジタルターゲットタグ形式を指定する情報である。
出発機タグ表示形式	当該設備、エリア内に存在する出発機移動体のデジタルターゲットタグ形式を指定する情報である。
通過機タグ表示形式	当該設備、エリア内に存在する通過機移動体のデジタルターゲットタグ形式を指定する情報である。
地上移動体タグ表示形式	当該設備、エリア内に存在する地上移動体のデジタルターゲットタグ形式を指定する情報である。
進入機サブレス情報	当該エリア内にある進入機移動体のデジタルターゲット表示サブレスを指定する。サブレスは、シンボル、タグの各々について指定可能とする。
出発機サブレス情報	当該エリア内にある出発機移動体のデジタルターゲット表示サブレスを指定する。サブレスは、シンボル、タグの各々について指定可能とする。
通過機サブレス情報	当該エリア内にある通過機移動体のデジタルターゲット表示サブレスを指定する。サブレスは、シンボル、タグの各々について指定可能とする。
地上移動体サブレス情報	当該エリア内にある地上移動体のデジタルターゲット表示サブレスを指定する。サブレスは、シンボル、タグの各々について指定可能とする。
予測位置採用可否	当該設備、エリア内にある移動体について予測位置を採用した表示を行なう可否を示す。予測位置採用可否が要である場合は、当該設備上にある移動体が以下に示す最低速度条件、及びヘディング条件を満たす場合に、現在位置ではなく予測位置を使用した表示を行なう。
ヘディング補正採用可否	当該設備、エリア内にある移動体についてヘディング補正値を採用した表示を行なう可否を示す。本データが要である場合は、当該設備、エリア内にある移動体が以下に示すヘディング条件を満たす場合に、過主位置から算出したヘディングではなくヘディング補正値を採用する。
予測位置採用最低速度条件	予測位置採用可否が要である設備上で、予測位置表示を行なうためのターゲットの最低速度を示す。本速度以下の速度で移動するターゲットについては、現在位置で表示を行う。
予測位置採用ヘディング条件基準値	予測位置採用可否が要である設備上で、予測位置表示を行なうためのターゲットのヘディング条件を示す。ターゲットのヘディングが本値、または本値+180°から次に示す予測位置採用ヘディング条件範囲内に無い場合は、現在位置で表示を行う。
予測位置採用ヘディング条件基準範囲	予測位置採用可否が要である設備上で、予測位置表示を行なうための予測位置採用ヘディング条件基準値に対する基準範囲を示す。

【図 1 4】

交通ノードグループ属性情報テーブル	
交通ノードグループ属性情報テーブルは、交通ノードグループの属性を示す情報であり、1個の交通ノードグループが1個のインスタンスに対応する。	
交通ノードグループ識別子	交通ノードグループをユニークに識別するための識別子である。
交通ノードグループ状態	交通ノードグループの状態を示す。本データは、少ない演算で交通ノードグループの状態を設定、参照するために、所属する交通ノード毎のビットマップフラグとして実装し、グループ中の進入禁止状態の交通ノードに対するビットがONとなる。

【図15】

メッセージデータ	
メッセージデータは、空海面、及びその周辺の座標毎にインスタンスを保持し、個々の座標毎に当該座標に存在する設備識別子、及びエリアIN/OUT情報を保持する。メッセージデータは、ターゲットの現在位置における設備、エリアIN/OUT状態を知るために用いる。	
+ 位置座標	空海面上の位置を示す。
+ 設備識別子	位置座標に対応する設備を示す。
+ エリアIN/OUT状態	位置座標に対応するエリアIN/OUT状態を保持する。

【図16】

移動体属性情報テーブル	
移動体属性情報テーブルは、移動体の現在の属性情報を示し、現在存在する移動体に対応してインスタンスを保持する。	
+ 移動体識別子	移動体をユニークに識別するための識別子である。
+ 現在位置座標	移動体の現在位置座標を示す。
+ 現在速度	移動体の現在の速度を示す。
+ 現在高度	移動体の現在の高度を示す。
+ ヘディング	移動体の現在の進行方向を示す。
+ 予測位置座標	移動体の一定時間後の予測位置を示す。
+ 応答ビーコンコード	移動体を識別するためのコード情報を示す。
+ 移動計画識別子	移動体と現在相関が与られている移動計画識別子を示す。
+ 割当て経路計画数	移動計画に現在割り当てられている経路計画数を示す。
+ 経路計画識別子	移動体が現在実行中の経路計画の識別順序番号を示す。
+ 現在実行中経路計画移動順序番号	移動体が現在実行中の経路計画中の移動順序番号を示す。
+ 現在使用中設備	移動体が現在使用中の設備の設備識別子を示す。
+ エリアIN/OUT状態	移動体の現在のエリアIN/OUT状態を示す。
+ 交通監視監視状態	移動体の現在の監視状態を示す。
+ 交通監視ホールド指示状態	移動体が交通監視に基づくホールド指示を受けている場合は、ホールド指示状態となる。
+ 交通監視ホールド指示開始時刻	移動体が交通監視に基づくホールド指示を受けた時刻を示す。

【図17】

経路情報テーブル	
経路情報テーブルは、移動体の過去一定時間分の位置とヘディングに関する情報を示し、移動体毎に複数インスタンス保持する。本情報は、移動体の位置情報を受ける毎に追加し、更に定周期で監視して不要インスタンスをガベージする。	
+ 移動体識別子	移動体をユニークに識別するための識別子である。
+ 過去の時刻	過去の時点の時刻を示す。
+ 位置座標	当該時刻における位置座標を示す。
+ ヘディング	当該時刻におけるヘディングを示す。

【図18】

経路計画割当て状態情報テーブル	
経路計画割当て状態情報テーブルは、移動体に対して割り当てられている経路計画を示す。1個の移動体には複数の経路計画を割り当てることが可能であり、経路計画を割り当てられている移動体毎に複数インスタンスを保持する。	
・ 移動体識別子	移動体をユニークに識別するための識別子である。
・ 経路計画実行順序番号	経路計画の順行の順序を示すシリアル番号である。
・ 経路計画識別子	経路計画実行順序番号に対応する経路計画識別子を示す。

【図19】

移動計画情報	
移動計画情報テーブル	
移動計画情報テーブルは、移動計画の属性情報を示し、移動計画に対応してインスタンスを保持する。	
・ 移動計画識別子	移動計画をユニークに識別するための識別子である。
・ フライトプラン情報	当該移動計画がフライトプラン由来である場合に、元となるフライトプラン情報を保持する。
・ スポット情報	当該移動計画（フライトプラン）に対応するスポット情報（スポット管理システムより受け取る）が存在する場合にそのスポット情報を保持する。
・ 空海面移動開始時刻	当該移動計画における空海面移動の開始予定時刻を示す。当該移動計画に対応するフライトプラン、スポット情報が存在する場合は、それらの情報より自動算出も可能である。
・ 空海面移動終了時刻	当該移動計画における空海面移動の終了予定時刻を示す。当該移動計画に対応するフライトプラン、スポット情報が存在する場合は、それらの情報より自動算出も可能である。
・ 空海面移動開始地点	当該移動計画における空海面移動の開始地点の設備識別子を示す。当該移動計画に対応するフライトプラン、スポット情報が存在する場合は、それらの情報より自動決定も可能である。
・ 空海面移動終了地点	当該移動計画における空海面移動の終了地点の設備識別子を示す。当該移動計画に対応するフライトプラン、スポット情報が存在する場合は、それらの情報より自動決定も可能である。

【図20】

空海運用情報	
空海運用情報テーブル	
空海運用情報テーブルは、交通監視に関係する現在の空海運用の状態に関する情報を保持する。	
・ 交通密度レベル	現在の交通密度レベルを3段階（レベル1からレベル3、レベル値が高いほど交通密度が高い）で示す。
・ 視程条件レベル	現在の視程条件レベルを3段階（レベル1からレベル3、レベル値が高いほど視程条件が悪い）で示す。
・ 現在移動体数	現在空海面上に存在する移動体の数を示す。
・ 交通密度レベル2移動体数	交通密度レベル2における最低の移動体数を示す。現在移動体数が本値を超えた場合は、レベル2状態とする。
・ 交通密度レベル3移動体数	交通密度レベル3における最低の移動体数を示す。現在移動体数が本値を超えた場合は、レベル3状態とする。
・ 現在選択中経路計画グループ	現在の空海運用（使用滑走路等）に基づき選択されている経路計画グループを示す。

【図 2 1】

経路計画情報

経路計画情報テーブル	
経路計画情報テーブルは、経路計画候補の属性を示し、経路計画候補毎にインスタンスを保持する。	
・ 経路計画識別子	経路計画候補をユニークに識別するための識別子である。
・ 経路計画名称	管制官、パイロット等が経路計画候補を認識するための名称を示す。
・ 移動開始地点	経路計画候補の移動開始地点の設備識別子を示す。
・ 移動終了地点	経路計画候補の移動終了地点の設備識別子を示す。
・ 選択優先順位	同一移動開始地点、移動終了地点を保持する経路計画候補群中の自動選択優先順位を示す。
・ 同時利用可能移動体数	当該経路計画候補を同時に割り当てることが可能な移動体の個数を示す。
・ 標準走行所用時間	当該経路計画により移動開始地点から移動終了地点に移動するのにかかる標準的な走行所要時間を示す。
・ 経路計画グループ識別子	当該経路計画候補が所属する経路計画グループ識別子を示す。経路計画の選択を容易にするため、その時点の空港運用状態（使用滑走路、視程条件、混雑状態等）によりグルーピングし、その時点で使用可能な経路計画候補を絞り込むことを可能とする。
・ 自動割当て選択/禁止	当該経路計画が自動割当ての対象となっているか否かを示す。経路計画には、管制官の許可無しに割り当てられる計画と管制官の許可が必要となる計画があることが想定され、管制官の許可が必要となる計画については自動割当て禁止となる。
・ 自動割当て可能移動形態	自動割当て時に当該経路計画を使用可能なターゲットの移動形態（進入/出発/空港面移動等）の区分である。
・ 使用可能航空機クラス上限下限	航空機クラスはクラス1～クラス3の3種類程度を持ちフライトプランの航空機形式または後方乱気流区分（ヘビー/ミディアム/ライト）から導出可能

【図 2 2】

経路計画使用設備情報テーブル	
経路計画使用設備情報テーブルは、経路計画候補毎に経路計画候補中で使用する経路使用設備の情報を示す。	
・ 経路計画識別子	経路計画候補をユニークに識別するための識別子である。
・ 移動順序番号	移動する順序を示すシリアル番号である。移動順序番号は当該経路計画で使用する各経路使用設備に対して、使用する順番に番号付けする。
・ 使用設備識別子	当該経路計画の移動順序番号に対応する設備識別子（滑走路）を示す。
・ 進入交通ノード	当該経路計画に対する進入側の交通ノードを示す。使用設備（滑走路）設定時に内部的に自動設定する。

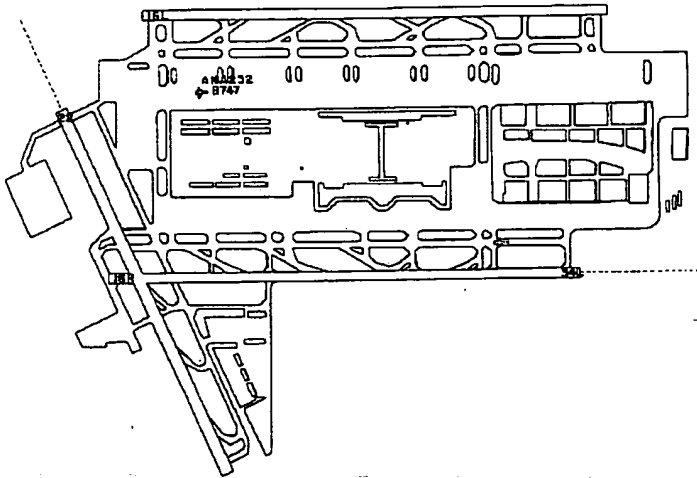
【図 2 3】

経路計画状態テーブル	
経路計画状態テーブルは、経路計画候補毎に、経路計画候補の移動体への現在の割当て状態の情報を保持する。	
・ 経路計画識別子	経路計画候補をユニークに識別するための識別子である。
・ 現在使用中移動体数	当該経路計画を現在割り当てられている移動体の個数を示す。
・ 現在走行所要時間	当該経路計画の現在の標準走行所要時間を示す。
・ 使用可否状態	当該経路計画が使用する設備の中で、現在使用禁止状態の設備が含まれている場合には、使用不可とする。
・ 使用可否最終チェック時刻	当該経路計画について使用可否状態を最後にチェックした時刻を示す。

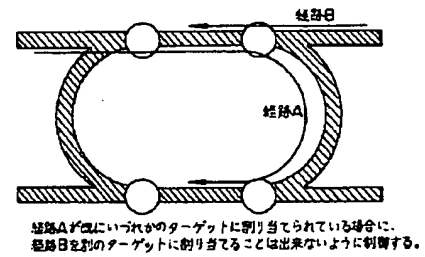
【図24】

設備経路状態情報テーブル	設備経路状態情報テーブルは、経路計画が使用する設備について設備毎の使用状況に関する情報を保持する。
・設備識別子	個々の設備をユニークに識別するための識別子である。
+ 経路予定移動体数	当該経路を通過する予定のターゲット数を示す。
+ 進入交通ノード	当該経路の現在進入点として使用中の交通ノードを示す。移動体に割り当てられた複数の経路計画は同一経路を使用可能であるが、進入交通ノードが異なると安全性、移動効率上好ましくない。経路計画自動割当てでは、このような状態が発生しないようにチェックする。

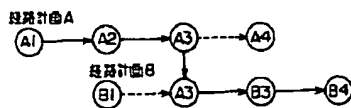
【図25】



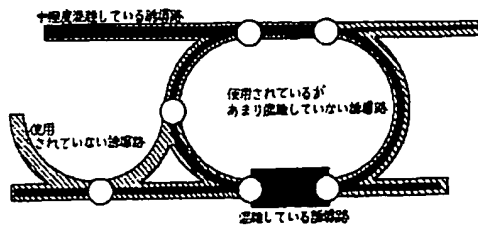
【図37】



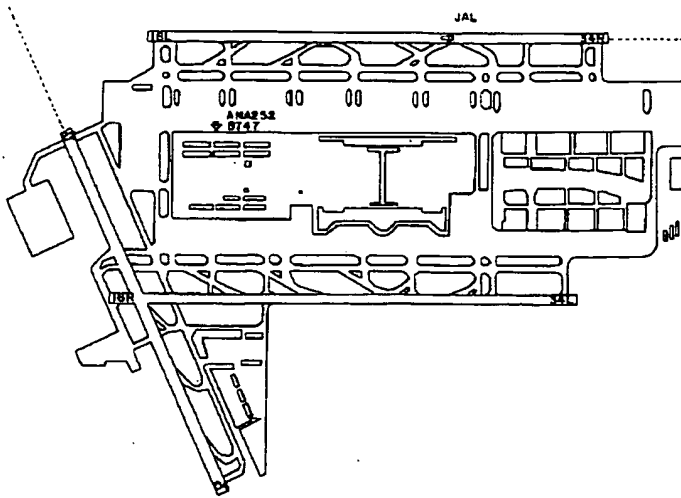
【図39】



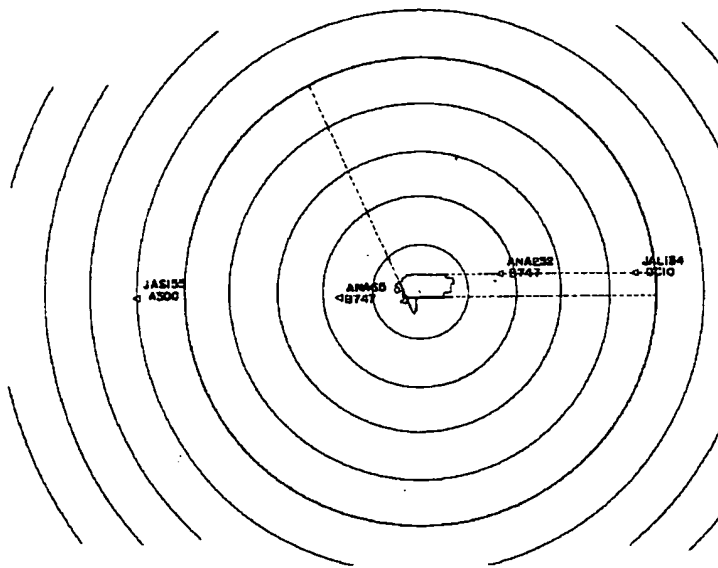
【図40】



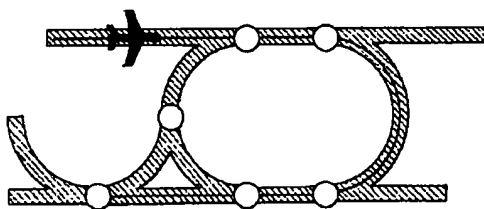
【図26】



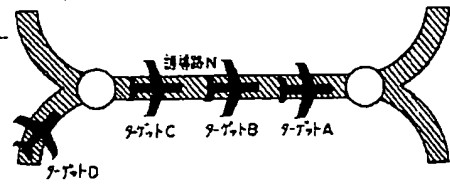
【図27】



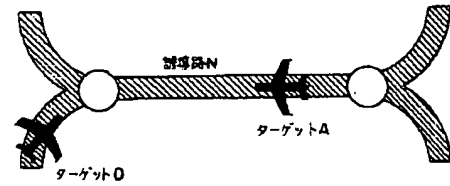
【図41】



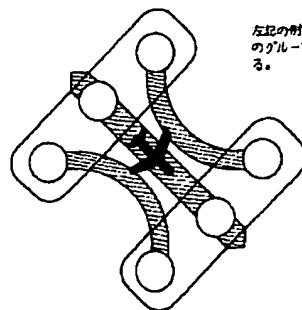
【図42】



【図43】

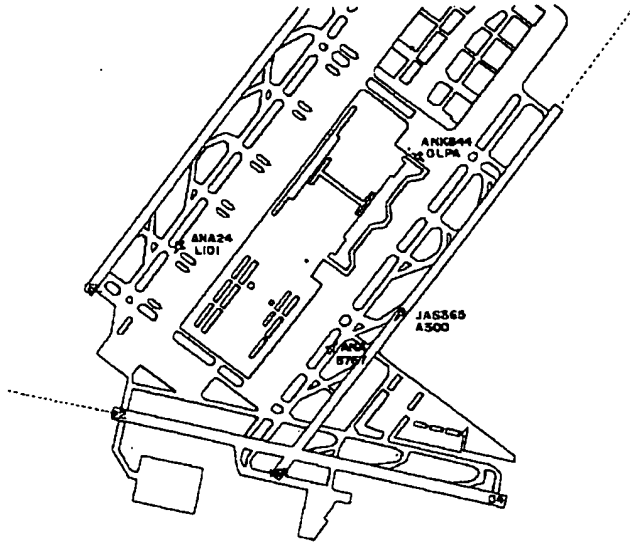


【図45】

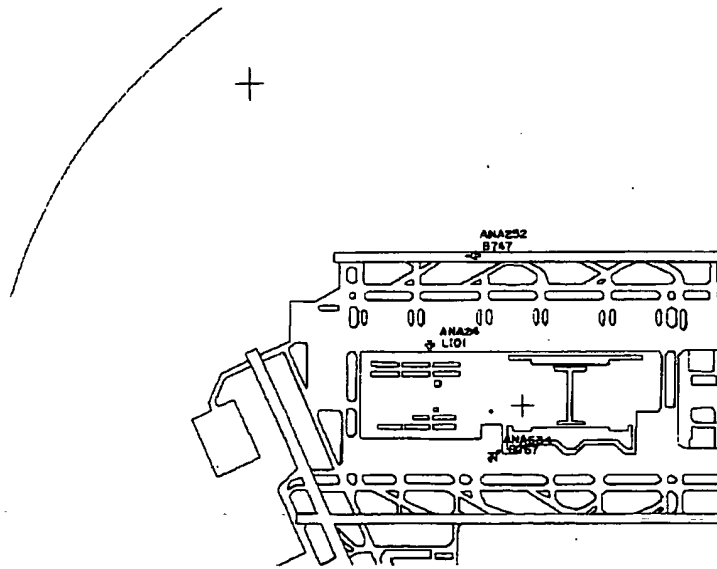


左記の例では、3つの共通ノードを1つのグループにグループ化することになる。

【図28】

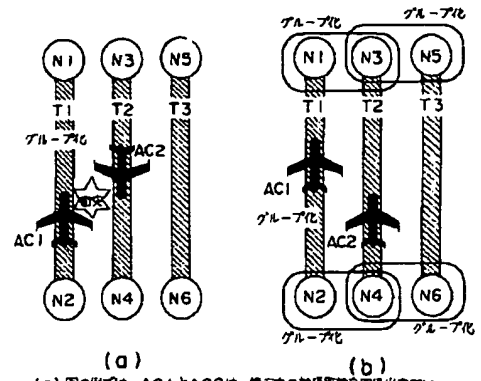


【図31】

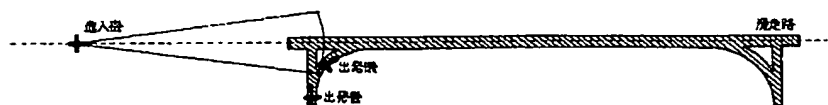


【図47】

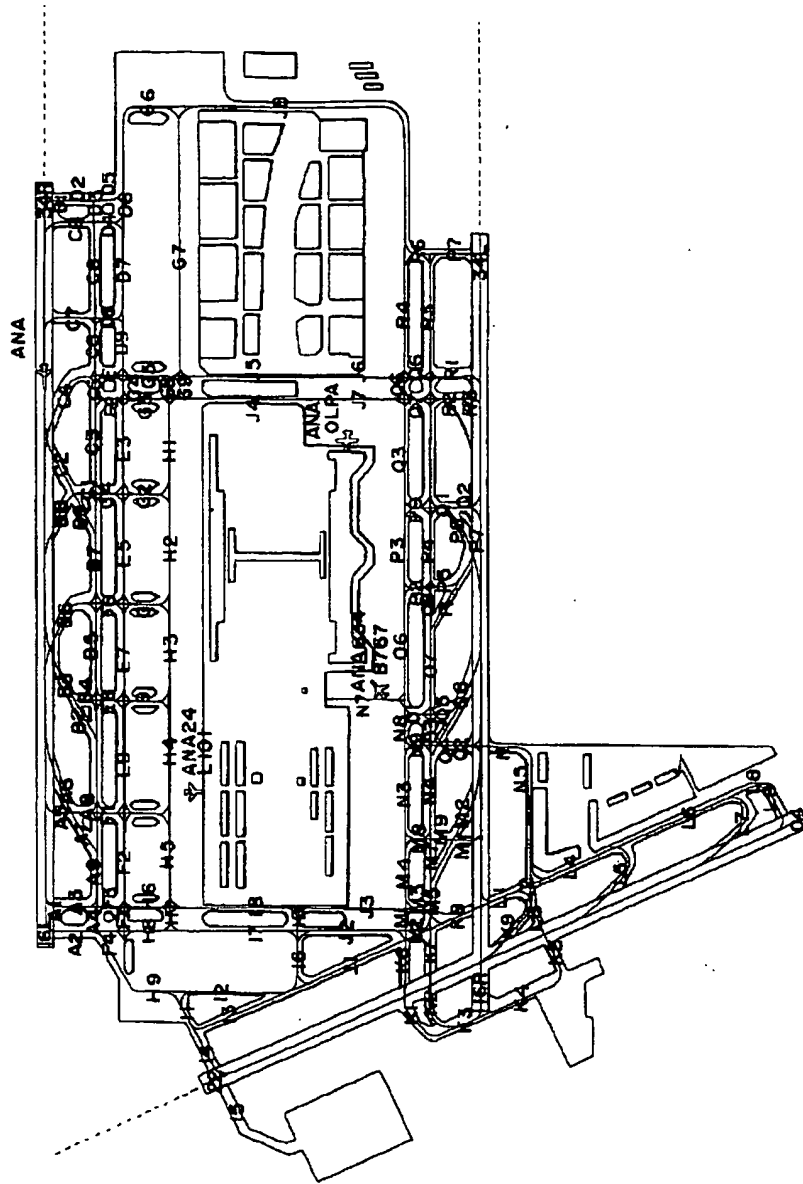
【図44】



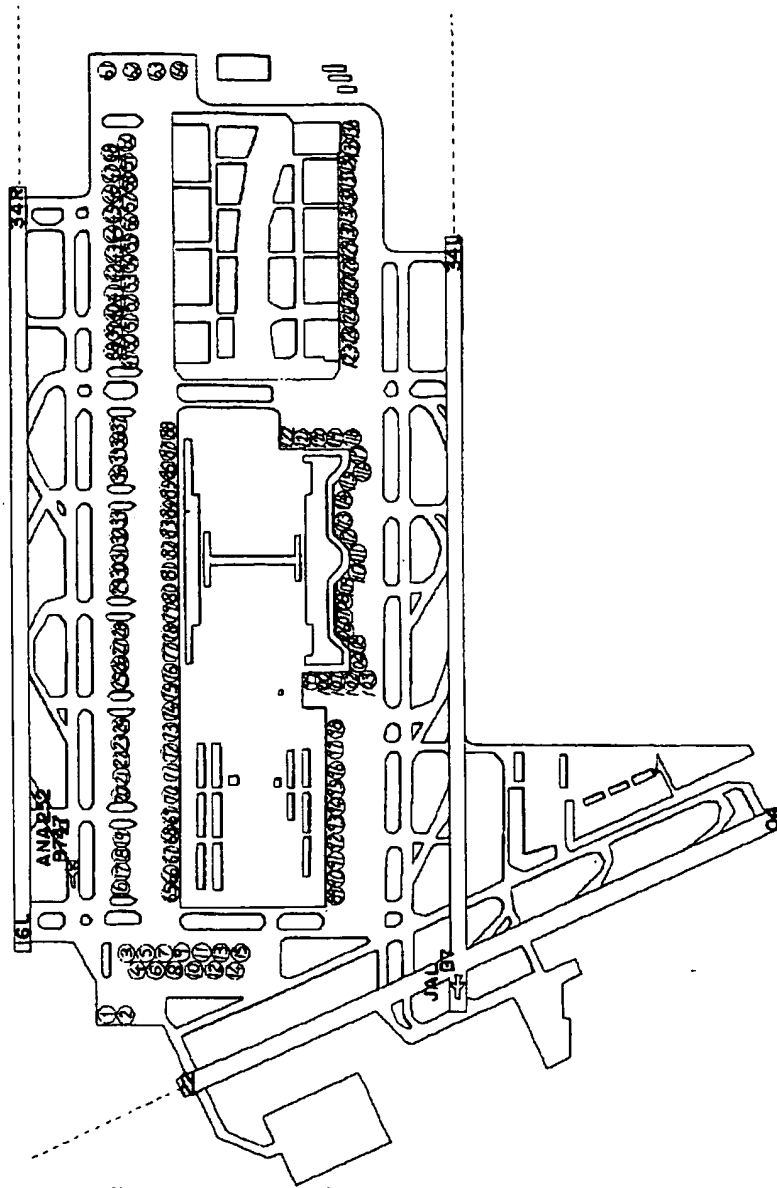
(a) 図の例では、AC1とAC2は、横方向の移動距離を短縮出来ない。
 (b) 図の例では、AC1とAC2は、横方向の移動距離を短縮出来る。



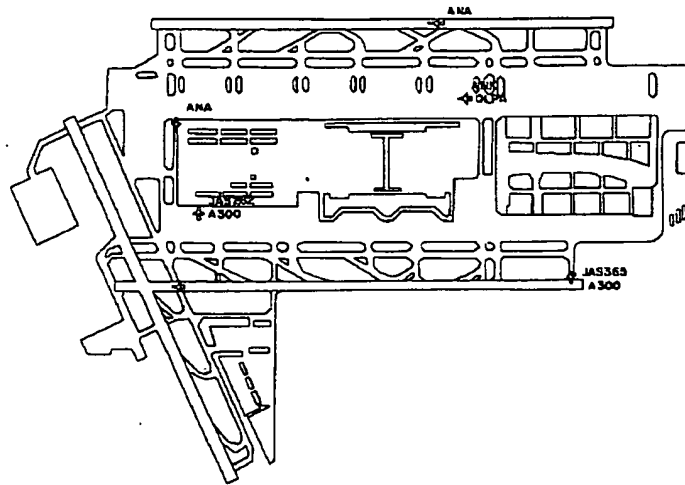
【図 29】



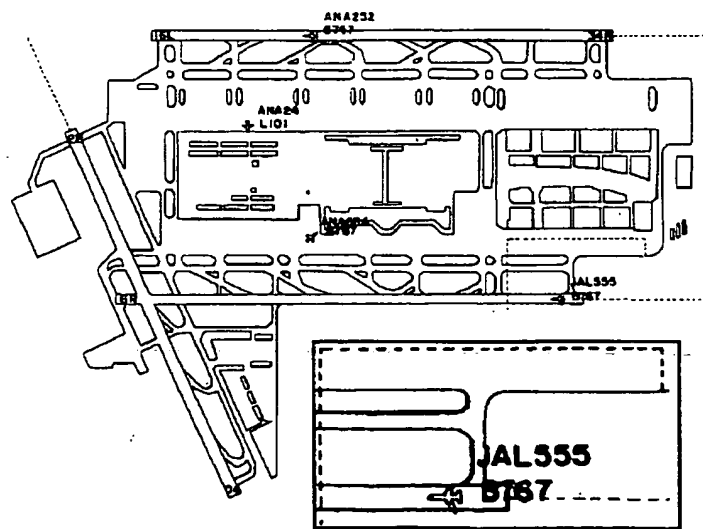
【図 30】



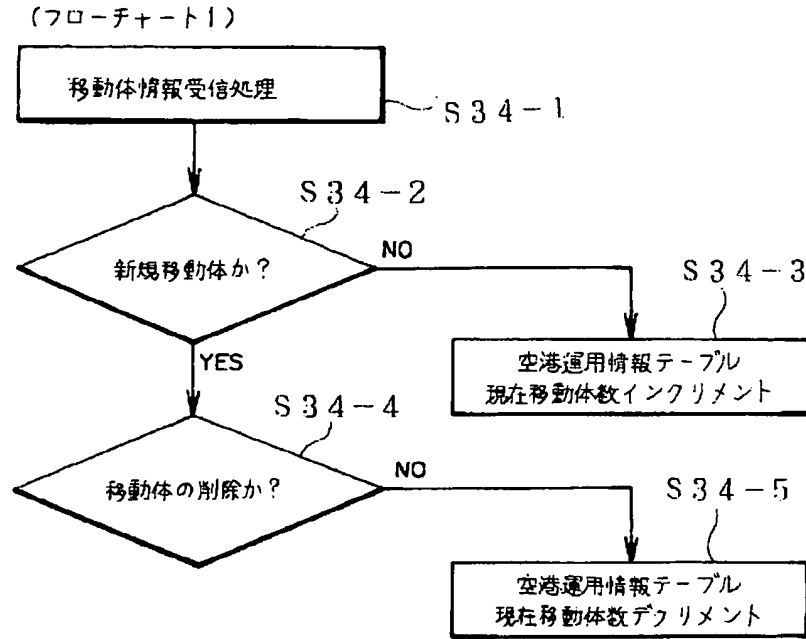
【図 3 2】



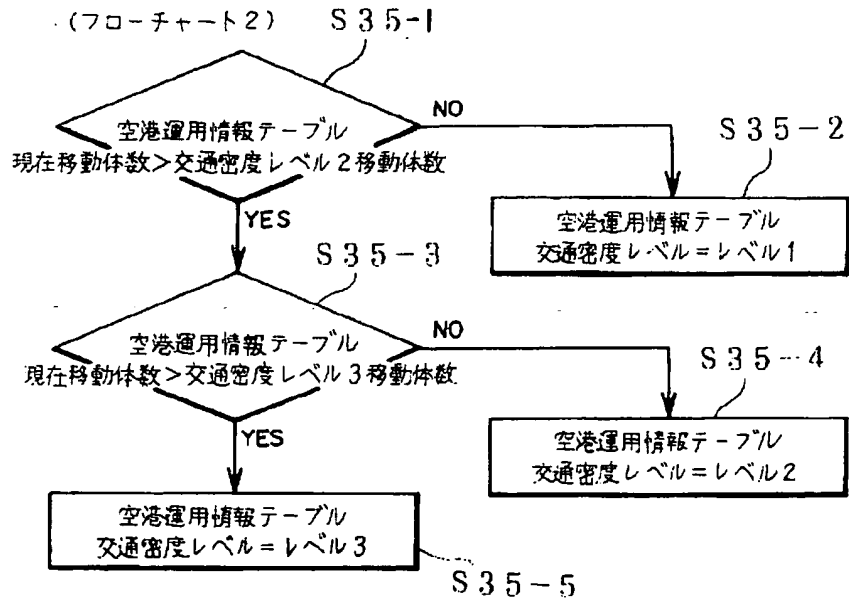
【図 3 3】



【図34】

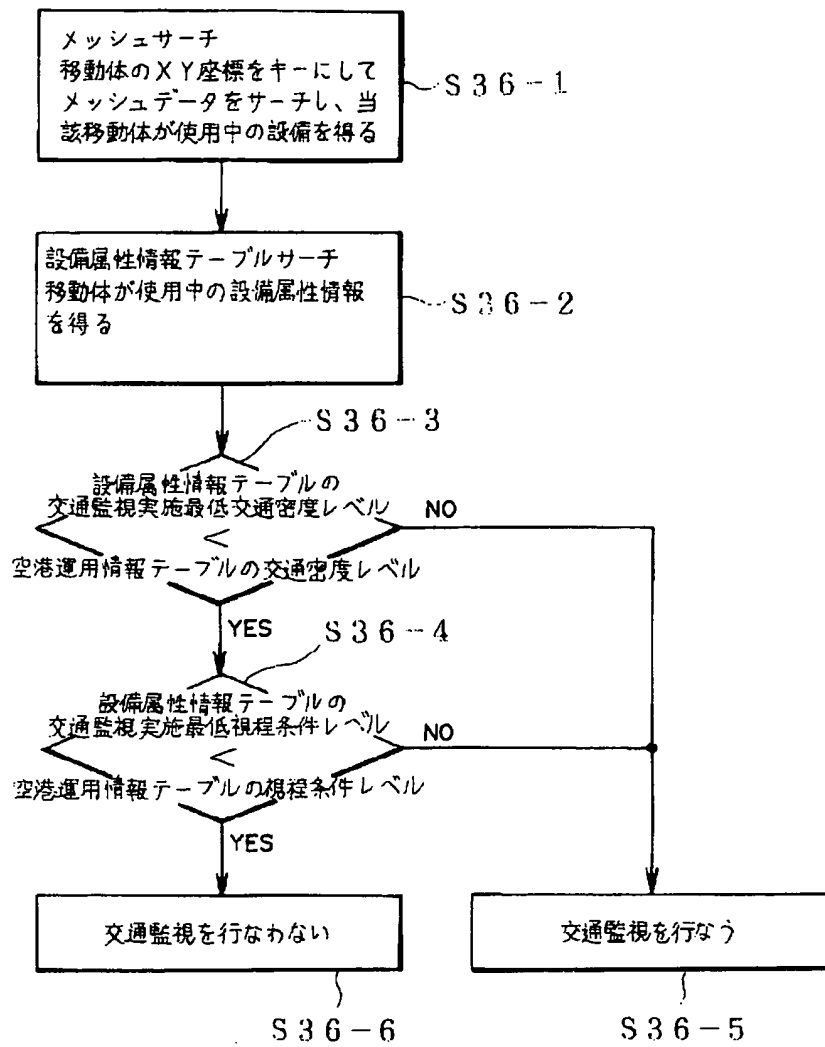


【図35】



【図36】

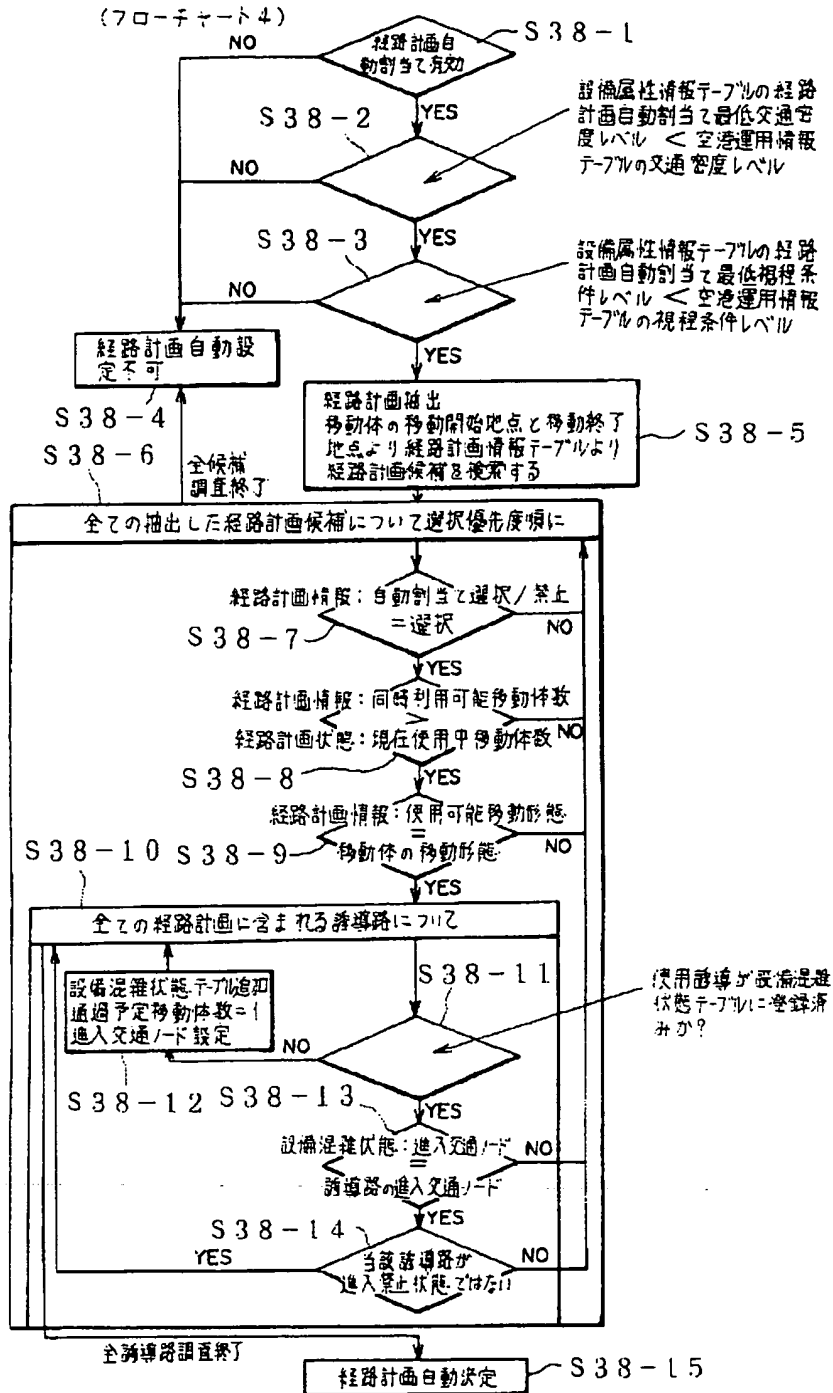
(フローチャート3)



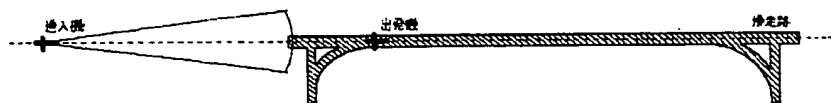
【図50】



【図 38】



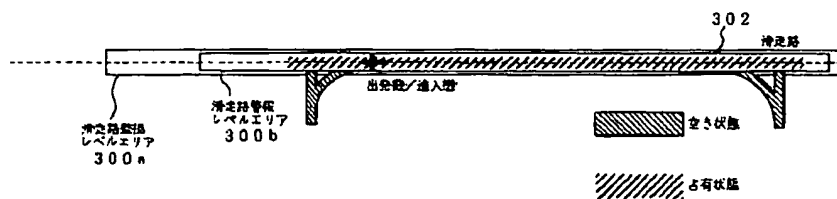
【図 4 6】



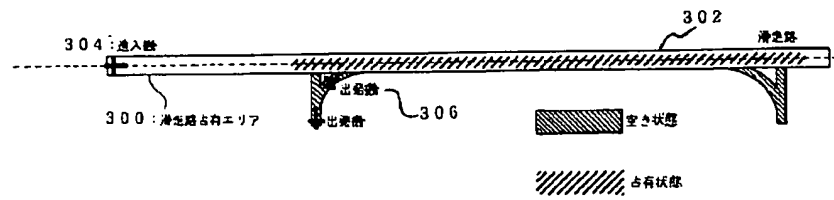
【図 4 8】



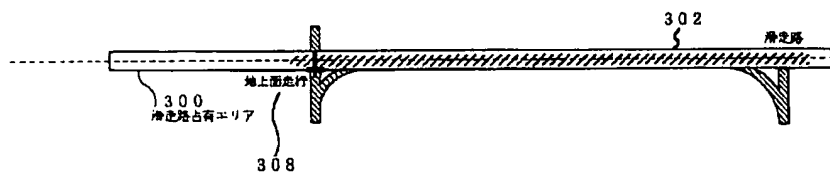
【図 5 3】



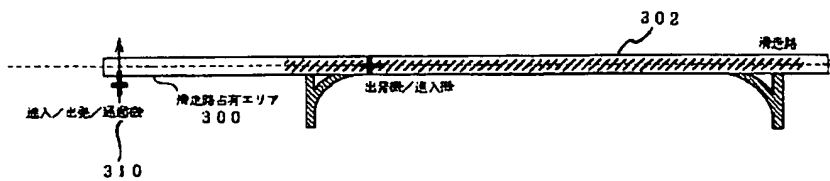
【図49】



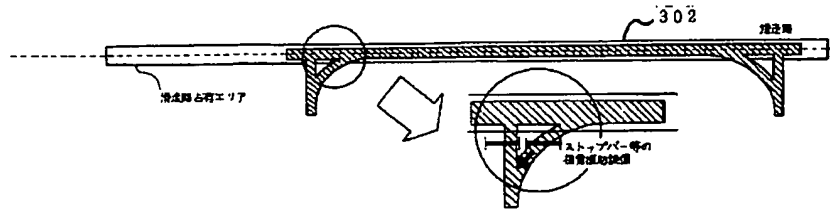
【図51】



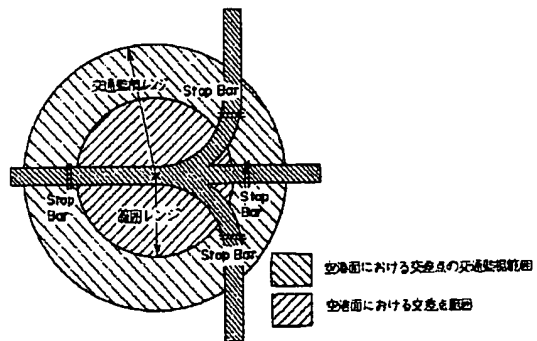
【図52】



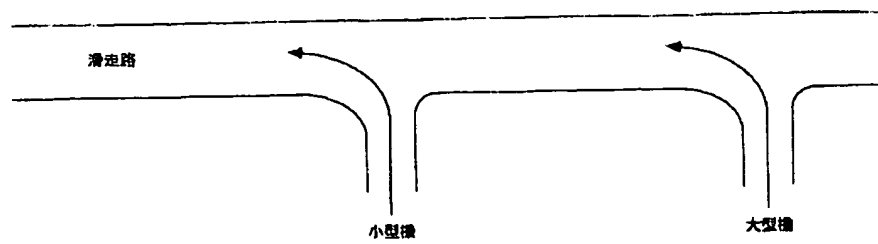
【図 5 4】



【図 5 6】



【図 5 7】



【図55】

現在速度 (km/h)	警報発生から回避開始までに進む距離(m)				備考
	10秒後	20秒後	30秒後	40秒後	
400	1111	2222	3333	4444	
390	1083	2167	3250	4333	
380	1056	2111	3167	4222	
370	1028	2056	3083	4111	
360	1000	2000	3000	4000	
350	972	1944	2917	3889	
340	944	1889	2833	3778	
330	917	1833	2750	3667	
320	889	1778	2667	3556	
310	861	1722	2583	3444	
300	833	1667	2500	3333	
290	806	1611	2417	3222	
280	778	1556	2333	3111	
270	750	1500	2250	3000	
260	722	1444	2167	2889	
250	694	1389	2083	2778	進入時の最終進入速度
240	667	1333	2000	2667	
230	639	1278	1917	2556	
220	611	1222	1833	2444	
210	583	1167	1750	2333	
200	556	1111	1667	2222	
190	528	1056	1583	2111	
180	500	1000	1500	2000	
170	472	944	1417	1889	
160	444	889	1333	1778	
150	417	833	1250	1667	
140	389	778	1167	1556	
130	361	722	1083	1444	
120	333	667	1000	1333	
110	306	611	917	1222	
100	278	556	833	1111	
90	250	500	750	1000	
80	222	444	667	889	
70	194	389	583	778	
60	167	333	500	667	
50	139	278	417	556	
40	111	222	333	444	
30	83	167	250	333	
20	56	111	167	222	
10	28	56	83	111	
0	0	0	0	0	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.